(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2023-171342
(P2023-171342A)
(43)公開日　令和5年12月1日(2023.12.1)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
H01J 37/305 (2006.01)		H01J	37/305	A	2G052
H01J 37/30 (2006.01)		H01J	37/30	Z	5C101
G01N 1/28 (2006.01)		G01N	1/28	G	

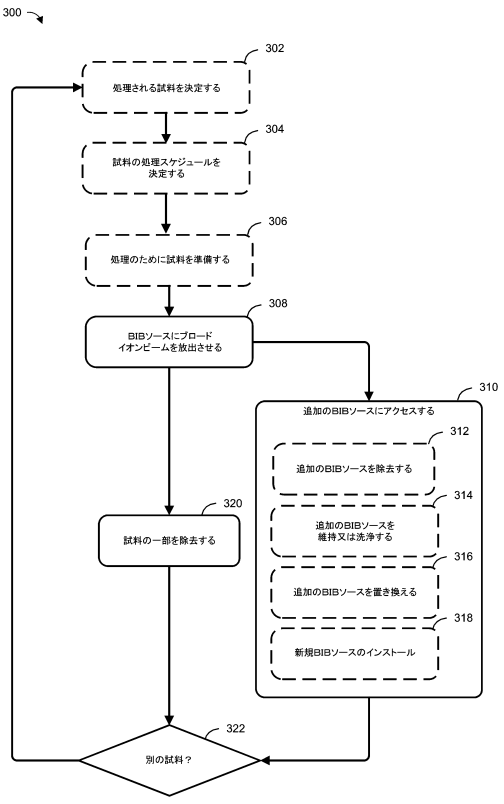
審査請求　未請求　請求項の数　13　ＯＬ　外国語出願　（全30頁）

(21)出願番号　特願2023-82382(P2023-82382)
(22)出願日　令和5年5月18日(2023.5.18)
(31)優先権主張番号　17/748,972
(32)優先日　令和4年5月19日(2022.5.19)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(71)出願人　501233536
エフ イー アイ カンパニ
ＦＥＩ ＣＯＭＰＡＮＹ
アメリカ合衆国 オレゴン ９７１２４－５７９３ ヒルズボロ ドーソン・クリーク・ドライヴ ５３５０ エヌイー
(74)代理人　100107766
弁理士　伊東 忠重
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東 忠彦
(74)代理人　100135079
弁理士　宮崎 修
(72)発明者　ミカエル フロウゼク
アメリカ合衆国 ９７１２４－５７９３
オレゴン州，ヒルズボロ ノースイース
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムを用いた複数の試料のより効率的な処理のために試料を事前に位置合わせするためのシステム及び方法

(57)【要約】
【課題】　ＢＩＢシステムを用いて複数の試料をより効率的に処理するために試料を事前に位置合わせするための方法を提供する。
【解決手段】　方法は、試料を試料ホルダの調整可能な部分に固定するステップと、試料ホルダを、第１のマスク縁部を有する第１のマスクと入れ子にするステップであって、第１のマスクは、ＢＩＢシステムの外側に配置される、ステップと、第１のマスク縁部に対して所望の幾何学的関係を有するように試料を位置合わせするステップと、を含む。第１のマスクは、第２のマスク縁部を有するＢＩＢシステム内の第２のマスクと幾何学的に類似していてもよく、それにより、試料ホルダが第１のマスクと入れ子にされるときの第１のマスク縁部と試料との間の幾何学的関係は、試料ホルダが第２のマスクと入れ子にされるときの第２のマスク縁部と試料との間の幾何学的関係と同じである。
【選択図】　図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムを用いて複数の試料をより効率的に処理するために試料を事前に位置合わせする方法であって、前記方法は、
試料ホルダの調整可能な部分に試料を固定するステップと、
前記試料ホルダを、第１のマスク縁部を有する第１のマスクと入れ子にするステップであって、前記第１のマスクは、ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムの外側に配置される、ステップと、
前記第１のマスク縁部に対して所望の幾何学的関係を有するように前記試料を位置合わせするステップと、
前記試料ホルダを、第２のマスク縁部を有する第２のマスクと入れ子にするステップであって、前記第２のマスクは、ＢＩＢシステム内に配置され、前記第１のマスクと前記第２のマスクは幾何学的に類似しており、その結果、前記試料ホルダが前記第１のマスクと入れ子にされたときの前記第１のマスク縁部と前記試料との間の前記幾何学的関係が、前記試料ホルダが前記第２のマスクと入れ子にされたときの前記第２のマスク縁部と前記試料との間の前記幾何学的関係と同じである、ステップと、
を含む、方法。
【請求項２】
前記試料ホルダが前記第２のマスクと入れ子にされるとき、前記試料は、前記ＢＩＢシステム内で前記試料のいかなる位置合わせもなしに、前記第２のマスク縁部との前記所望の幾何学的関係を有する、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記ＢＩＢシステムのＢＩＢソースコンポーネントからのブロードイオンビームを用いて、前記第２のマスクの一部及び前記試料の一部をブロードイオンビームで照射して、前記試料の一部を除去するステップを更に含む、請求項１に記載の方法。
【請求項４】
前記第２のマスクは、前記試料の対象部分が前記試料から除去されないように、前記ブロードイオンビームの一部を遮断する、請求項３に記載の方法。
【請求項５】
位置合わせすることは、前記試料が前記第１のマスク縁部に対して所望の幾何学的関係を有するように配置されるように、前記試料ホルダの前記調整可能な部分を調整することに対応する、請求項１に記載の方法。
【請求項６】
前記第１のマスク及び前記第２のマスクは、幾何学的に同一である、請求項１に記載の方法。
【請求項７】
前記試料は、前記試料ホルダに固定され、閉鎖環境内で位置合わせされる、請求項１に記載の方法。
【請求項８】
前記閉鎖環境は不活性ガス雰囲気を有する、請求項７に記載の方法。
【請求項９】
前記閉鎖環境は減圧を有する、請求項８に記載の方法。
【請求項１０】
前記試料ホルダ及び前記位置合わせされた試料を準備ステーションからＢＩＢシステムに移送するステップを更に含む、請求項１に記載の方法。
【請求項１１】
前記試料ホルダは、前記試料が搬送中に閉鎖環境から密閉されるように前記試料ホルダを保持するための密閉区画を備える移送デバイスを使用して、前記準備ステーションから前記ＢＩＢシステムに移送される、請求項１０に記載の方法。
【請求項１２】

前記試料ホルダは、ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）研磨のために複数の試料を保管するように構成された保管カセットを使用して、前記準備ステーションから前記ＢＩＢシステムに移送され、前記保管カセットは、
内部保管容積を少なくとも部分的に画定する収容部と、
前記内部保管容積内に配置された複数の試料ホルダ収容部であって、各個々の試料ホルダ収容部は、ＢＩＢシステムにおける研磨のための対応する試料を含む試料ホルダを受容するように構成されている、複数の試料ホルダ収容部と、を備え、
前記保管カセットは、前記ＢＩＢシステムに挿入されるように構成されており、前記試料ホルダ収容部の各々は、前記保管カセットが前記ＢＩＢシステムに挿入されたときに、前記対応する試料が前記ＢＩＢシステムによって研磨され得るように、その対応する試料ホルダが前記保管カセットから除去されることを可能にするように更に構成されている、請求項１０に記載の方法。
【請求項１３】
対応する試料ホルダ上の複数の試料に対して前記方法を繰り返すステップと、
追加の試料を追加の試料ホルダの調整可能な部分に固定するステップと、
前記追加の試料ホルダを、第１のマスク縁部を有する前記第１のマスクと入れ子にするステップと、
前記追加の試料が前記第１のマスク縁部に対して前記所望の幾何学的関係を有するように、前記追加の試料を位置合わせするステップと、
前記ＢＩＢシステムへの搬送のために、前記試料ホルダ及び前記追加の試料ホルダを前記保管カセット内に保管するステップと、を更に含む、請求項１２に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムを用いた複数の試料のより効率的な処理のために試料を事前に位置合わせするためのシステム及び方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）研磨システムを使用して、調査用の試料を準備する。具体的には、ＢＩＢ研磨システムは、高エネルギーの、集束されていない、又は最小限に集束されたイオン（例えば、アルゴンイオン）のビームを試料に向け、そこで、ビームは、それが入射する試料の一部を劣化させ、及び／又は別様に除去する。ブロードイオンビームは集束を必要としないか、又は最小限の集束しか必要としないので、ＢＩＢ研磨システムは、他の試料準備技術（集束イオンビーム（ＦＩＢ）ミリングなど）の光カラム制限を有さず、したがって、ＢＩＢ研磨システムは、はるかに高い一次エネルギービーム電流を使用することができる。より高い一次エネルギービーム電流に起因して、ＢＩＢシステムは、従来のシステムよりも迅速に試料材料を除去して対象領域を露出させることができ、より速い試料準備プロセスを可能にする。
【０００３】
残念ながら、試料材料の除去は非常に効率的であるが、処理される試料は、ユーザが除去を望まない試料の領域にビームの一部が入射するのを阻止するように設計された特別なマスクと正確に位置合わせされる必要がある。この位置合わせプロセスは時間がかかり、正確な技能を必要とするので、試料準備ワークフローの減速を引き起こす。更に、より高い電流のブロードイオンビームは試料材料をより迅速に除去するので、除去された材料のブロードイオンビームソース上への再堆積の速度も増加し、システムの休止時間を必要とする洗浄のために、ユーザにブロードイオンビームソースをより頻繁に除去することを強いる。ワークフロー効率に対するこれらの制限のために、ＢＩＢ研磨システムの現在の使用の大部分は、学術的用途及び他の非商業的用途であった。したがって、より短い時間で多くの試料を効率的かつ正確に処理することができる新しいＢＩＢ研磨システムを有することが望ましい。

【発明の概要】
【０００４】
ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムを用いて複数の試料をより効率的に処理するために試料を事前に位置合わせするためのシステム及び方法を開示する。本発明によるＢＩＢシステムを用いて複数の試料をより効率的に処理するために試料を事前に位置合わせするための例示的な方法は、試料を試料ホルダの調整可能な部分に固定するステップと、試料ホルダを、第１のマスク縁部を有する第１のマスクと入れ子にするステップであって、第１のマスクは、ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムの外側に配置される、ステップと、第１のマスク縁部に対して所望の幾何学的関係を有するように試料を位置合わせするステップと、を含む。第１のマスクは、第２のマスク縁部を有するＢＩＢシステム内の第２のマスクと幾何学的に類似していてもよく、それにより、試料ホルダが第１のマスクと入れ子にされるときの第１のマスク縁部と試料との間の幾何学的関係は、試料ホルダが第２のマスクと入れ子にされるときの第２のマスク縁部と試料との間の幾何学的関係と同じである。このようにして、試料ホルダを第２のマスク内に入れ子にされ得、ＢＩＢシステム内で試料を位置合わせする必要なしに、ＢＩＢシステムのＢＩＢソースコンポーネントから放出されるブロードイオンビームで直ちに処理することができる。
【図面の簡単な説明】
【０００５】
詳細な説明は、添付の図面を参照しながら説明される。図では、参照番号の最も左の数字は、参照番号が最初に現れる図を識別する。異なる図の同じ参照番号は、類似又は同一の項目を示している。
【図１】複数の試料をより効率的に処理するように構成された本開示による例示的なＢＩＢシステムの断面図を示す。
【図２】試料準備ワークフロー内の複数の試料のより効率的な処理のための例示的環境を図示する。
【図３】本発明による、システム稼働時間の増加を可能にする二重ＢＩＢシステムを用いて試料を処理するための例示的プロセスを描写する。
【図４】本発明による、より効率的な試料処理のための二重モード光学及びＢＩＢミリングシステムを用いて試料を処理するための例示的プロセスを描写する。
【図５】本発明による、休止時間が低減された二重ＢＩＢシステム内で複数の試料を処理するための例示的なプロセスを示す。
【図６】本発明による、システム稼働時間の増加を可能にするＢＩＢシステムを用いて試料を処理するための例示的プロセスを描写する。
【図７Ａ】第１のマスクと事前に位置合わせされている試料と、その後、第２のマスクを含むＢＩＢシステムで処理されている試料とを示す例示的な図である。
【図７Ｂ】第１のマスクと事前に位置合わせされている試料と、その後、第２のマスクを含むＢＩＢシステムで処理されている試料とを示す例示的な図である。
【０００６】
同じ参照番号は、図面の幾つかの図全体にわたって、対応する部分を指す。概して、図では、所与の例において含まれる可能性が高い要素は、実線で図示されているのに対し、所与の例において任意選択的である要素は、破線で図示されている。しかしながら、実線で図示されている要素は、本開示の全ての例に必須であるわけではなく、実線で示される要素は、本開示の範囲から逸脱することなく、特定の例から省略され得る。
【発明を実施するための形態】
【０００７】
複数の試料のより効率的な処理のためにブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムを使用するためのシステム及び方法が、本明細書に開示される。より具体的には、本開示は、現在のＢＩＢシステムよりも増加したスループット及び／又は稼働時間で１つ以上の試料を受け取り、処理するように構成されたＢＩＢシステムを含む。
【０００８】

図１は、複数の試料１０４をより効率的に処理するように構成された、本開示による例示的なＢＩＢシステム（複数可）１０２の断面１００の図である。ＢＩＢシステム１０２は、試料ステージ領域１１２に向かってＢＩＢ軸１１０に沿ってブロードイオンビーム１０８を放出するように構成されたＢＩＢソース１０６を含む。ブロードイオンビーム１０８は、ブロードイオンビーム１０８の一部が試料１０４に入射するときに、ブロードイオンビームが入射する試料の材料がミリングされるか、又は他の方法で試料から除去されるように構成される。例えば、いくつかの実施形態において、ＢＩＢソース１０６は、試料ステージ１１２に向かってアルゴンイオンのビームを放出するように構成されたＡｒイオンソースであってもよい。

【０００９】

試料ステージ領域１１２は、対象部分に対応する試料材料が、入射イオンによって試料１０４からミリングされないか、又は他の方法で除去されないように、ブロードイオンビーム１０８の一部を遮断するように構成されたマスク１１４を含むことができる。例えば、図１は、マスク１１４に入射するブロードイオンビーム１０８（ａ）の断面の第１の部分と、材料がブロードイオンビーム１０８によってミリング又は他の様態で除去される試料１０４の一部に部分的に入射するブロードイオンビーム１０８（ａ）の断面の第２の部分とを示す。マスク１１４は、ブロードイオンビーム１０８によって劣化しない硬質材料から構成され、複数の試料の処理に使用することを可能にする。

【００１０】

試料ステージ領域１１２はまた、試料ホルダ１１６を受け入れるように構成されたホルダインタフェースを含むことができ、それにより、試料１０４の処理中に、マスクが試料内の対象部分を保護するように、ホルダインタフェースをマスク１１４に対して位置決め及び保持することができる。いくつかの実施形態では、試料ステージ領域１１２は、試料１０４／試料ホルダ１１６を平行移動、傾斜、又は回転させることができるステージ要素を含むことができる。加えて、そのような実施形態では、ステージ要素は更に、ＢＩＢソース１０６が試料１０４に向かってブロードイオンビーム１０８を放出している間に、試料１０４／試料ホルダ１１６を平行移動、傾斜、又は回転させるように構成されてもよい。例えば、ステージ要素は、試料１０４／試料ホルダ１１６を一連の所定の角度位置にわたって周期的又は連続的に回転させるように、及び／又は試料１０４／試料ホルダ１１６を２つの角度位置間で揺動させるように、ブロードイオンビームによるミリング中に構成することができる。このような平行移動／傾斜／回転は、一定速度又は可変速度で行うことができる。このようにして、ステージ要素は、ブロードイオンビーム１０８によって照射される試料１０４の一部を動的に変化させて、ＢＩＢシステム１０２による試料材料のより効率的な又は別様に最適化された除去及び／又は対象領域の研磨を可能にすることができる。

【００１１】

試料ホルダ１１６は、処理中、並びにＢＩＢシステム１０２への、ＢＩＢシステム１０２からの、及び／又はＢＩＢシステム１０２内の試料１０４の搬送中に、試料１０４を保持するように構成される。図１は更に、対応する追加の試料ホルダ１１６（ａ）によって保持される１つ以上の追加の試料１０４（ａ）を含むものとしてＢＩＢシステム１０２を示す。いくつかの実施形態では、ＢＩＢシステム１０２は、試料ホルダが保持する試料１０４が現在処理されていないときに試料ホルダをＢＩＢシステム１０２内に置くことができる１つ以上の任意選択の試料保管容積／領域１１８を有する。図１はまた、カセット保管容積１２２内に配置された複数の試料ホルダ１１６を保持するように構成された保管カセット１２０を含むものとしてＢＩＢシステム１０２を示す。保管カセット１２０は、多くの試料１０４及びそれらの対応する試料ホルダ１１６が、ＢＩＢシステム１０２に搬送及び／又は装填されることを可能にするように構成される。

【００１２】

いくつかの実施形態では、試料ホルダ１１６は、試料１０４が試料ホルダ１１６、ブロードイオンビーム１０８、及び／又はマスク１１４に対して平行移動、傾斜、回転、又は

他の方法で再配置されることを可能にする１つ以上の任意選択の調整要素１２４を含むことができる。そのような調整要素１１８を有する実施形態では、ＢＩＢシステム１１２は、試料１０４がマスク１１４又はマスクの特徴（例えば、マスク縁部１１４（ａ））と所望の幾何学的関係を有するように、ユーザが調整要素又は試料ホルダ１１６自体を操作することを可能にする１つ以上のインタフェース要素を備えてもよい。図１は調整要素１２４をねじとして示しているが、当業者であれば、様々なタイプの試料ホルダに対して試料を平行移動、傾斜、回転、又は他の方法で再配置することができる多くのタイプの既知の調整要素が存在することを理解するであろう。図１はまた、ＢＩＢシステム１０２内で試料ホルダ１１６を再配置するように構成された試料ホルダマニピュレータ１２６を示す。例えば、試料ホルダマニピュレータ１２６は、試料ホルダ保管容積１１８と試料ステージ領域１１２との間で試料ホルダを移動させるように構成されてもよい。更に、いくつかの実施形態では、試料ホルダマニピュレータ１２６は、試料１０４の平行移動、傾斜、回転などを引き起こすために調整要素１２４とインタフェースで接続されるように更に構成されてもよい。

【００１３】

ＢＩＢシステム１０２はまた、内部容積１３０を画定する収容部１２８を含む。いくつかの実施形態では、内部容積は、外部環境とのガスの通過を可能にしない密閉容積であってもよい。そのような実施形態では、内部容積は、内部容積の圧力を調整し、及び／又は内部容積１３０内の環境のガス構成を変化させるように構成されたポンプシステム１３２を含むことができる。例えば、ポンプシステム１３２は、内部容積１３０を、環境の外側よりも低い圧力にし、及び／又は真空にすることができる。図１は、ポンプシステム１３２の少なくとも一部分を、内部容積内に任意選択的に含まれるものとして示しているが、当業者であれば、そのようなポンプシステム１３２の一部又は全部が内部容積１３０の外側に配置されてもよいことを理解するであろう。代替的に、ポンプシステム１３２は、内部容積１３０内の環境のガス構成を不活性ガス（例えば、処理中にブロードイオンビーム１０８及び／又は試料１０４材料と相互作用しないガス）から構成させてもよい。ＢＩＢシステム１０２はまた、試料ホルダ１１６がＢＩＢシステム１０２に挿入され、及び／又はそこから除去され得る試料ホルダポート１３４を有するものとして示されている。更に、図１は、保管カセット１２０がＢＩＢシステム１０２に挿入され、及び／又はＢＩＢシステム１０２から除去されることを可能にするように構成された任意選択のカセットポート１３６を有するものとしてＢＩＢシステム１０２を更に示す。

【００１４】

図１は更に、ＢＩＢシステム１０２を、ＢＩＢソース１０６を収容するように構成されたソース容積１４０を画定するソース収容部１３８を含むものとして示す。ソース収容部１３８はまた、ソース容積１４０を内部容積１３０に接続するＢＩＢ開口部１４２と、ＢＩＢソース１０６をソース容積１４０から除去し、又はその中に再設置することを可能にするＢＩＢソースメンテナンス開口部１４４（例えば、フランジ、ドア、又はソース収容部１３８を外部環境から密閉鎖状態と非密閉鎖状態との間で切り替えることを可能にする他のタイプの密閉可能なコンポーネント）とを画定する（すなわち、ソースメンテナンス開口部１４４は、非密閉時に開口部１４４を介してＢＩＢソース１０６を除去し、又はアクセスすることを可能にする）。ＢＩＢシステム１０２は、ＢＩＢソース１３０から放出されたイオンがＢＩＢ開口部１４２を通ってイオンソース容積１４０から内部容積１３０へ通過することを可能にする開放状態と、試料１０４からのイオン又は放出物が内部容積１３０からイオンソース容積１０６へ通過することを弁１４６が防止する密閉状態との間で切り替わるように構成された弁１４６を更に備えることができる。当業者であれば、弁１４６は、シャッタ、弁、ドア、又は開放状態と閉鎖状態との間で切り替えることができる他の密閉機構のうちのいずれか１つに対応し得ることを理解するであろう。

【００１５】

図１は、試料１０４及びマスク１１４に入射するように、ブロードイオンビーム１０８が内部容積の中へ通過することを可能にするように、開放状態にある弁１４６を示す。い

くつかの実施形態では、弁１４６が閉鎖状態にあるとき、ソース容積１４０は、内部容積内の圧力に影響を及ぼすことなく、外部環境に対して（例えば、ＢＩＢソースメンテナンス開口部１４４を介して）開放され得る。このようにして、弁１４６が閉鎖状態にあるとき、ＢＩＢソースメンテナンス開口部１４４は、内部容積１３０の圧力又はガス組成物に影響を及ぼすことなく、ＢＩＢソース１０６を洗浄、調整、除去、交換、及び／又は他の方法でメンテナンスすることを可能にするように、開くことができる。そのような実施形態では、ソース容積１４０は、内部容積１３０の圧力及び／又はガス組成物に一致するように圧力及び／又はガス組成物を再確立することができる任意選択のポンプシステムを更に含むことができる。ＢＩＢソースメンテナンス開口部１４４は、第１のＢＩＢソース１０６がソース容積１４０から除去され得るか、又はソース容積１４０内に再設置され得る開放状態と、ソース容積１４０が外部環境から密閉される閉鎖状態との間で切り替わるように構成されたポートを備えてもよい。

【００１６】

集束イオンビーム（ＦＩＢ）システムとは異なり、ＢＩＢシステム１０２は、ＢＩＢソース１０６によって放出されたイオンを集束させるように構成された光学要素を含む光カラムを備えておらず、その結果、イオンは、試料１０４の試料平面内及びその周囲に小さなスポットサイズを有する。そのような光学要素は、ある強度閾値未満のイオンビームを集束、補正、調整、及び／又は他の方法で操作することができるだけであり、そのような光学要素は、ＢＩＢソース１０６によって放出されたイオンを集束させる必要がないので、ＢＩＢシステム１０２で使用されるブロードイオンビーム（すなわち、一次ビーム電流）の強度は、ＦＩＢシステムよりもはるかに大きくなり得る。このビーム電流の増加は、ＢＩＢシステム１０２がＦＩＢシステムよりもはるかに速く試料材料を除去することを可能にする。本出願人は、当業者であれば、ＢＩＢシステム１０２においてブロードイオンビームを集束させるためにいくつかの光学要素が含まれてもよいが、そのような要素を含めると、ＦＩＢシステムよりもＢＩＢシステム１０２に課されるビーム電流制限が小さくなることを理解するであろうと確認する。

【００１７】

ブロードイオンビーム１０８のビーム強度の増加により、ブロードイオンビーム１０８が入射する試料１０４の材料は、ＦＩＢミリングプロセスよりも速い速度で除去される。具体的には、ブロードイオンビーム１０８は、より高いビーム強度を有し、試料の広い領域に入射するので、試料１０４から材料が除去される速度は、ＦＩＢシステムよりもはるかに高い。残念ながら、試料材料除去のこの増加のために、ブロードイオンビーム１０８によって除去された試料１０４の一部が内部容積１３０及び／又はソース容積１４０内の表面上に再堆積するにつれて、材料再堆積が比例して増加する。現在のＢＩＢシステムでは、この再堆積は、ＢＩＢソース１０６上への再堆積が、ユーザに、洗浄及びメンテナンスのためにＢＩＢソース１０６を頻繁に除去及び／又は別様にアクセスすることを強いるため、大きな効率低下を課す。この洗浄及びメンテナンスのために、現在のＢＩＢシステムは、試料処理に使用できない高い割合の休止時間を有する。

【００１８】

図１は、放出軸１５０に沿って追加のブロードイオンビームを放出するように構成された任意選択の追加のＢＩＢソース１４８を含むものとしてＢＩＢシステム１０２を示す。追加のＢＩＢソース１４８は、追加のソース収容部１５４によって画定される追加のソース容積１５２内に配置されているものとして示されている。追加のソース収容部１５４はまた、追加のソース容積１４８を内部容積１３０に接続する追加のＢＩＢ開口部１５６と、追加のＢＩＢソース１４８を追加のソース容積１４８から除去し、又はその中に再設置することを可能にする追加のＢＩＢソースメンテナンス開口部１５８とを画定する。

【００１９】

ＢＩＢシステム１０２は、追加のＢＩＢソース１５２から放出されたイオンが追加のＢＩＢ開口部１５６を通って追加のソース容積１５２から内部容積１３０へ通過することを可能にする開放状態と、追加の弁１６０が試料１０４からのイオン又は放出物が内部容積

１３０から追加のソース容積１６０へ通過することを防止する密閉状態との間で切り替わるように構成された追加の弁１４８を更に備えることができる。弁１６０が閉鎖状態にあるとき、追加のソース容積１５２は、内部容積１３０内の圧力に影響を及ぼすことなく、（例えば、追加のＢＩＢソースメンテナンス開口部１５８を介して）外部環境に対して開放され得る。したがって、弁１６０が閉鎖状態にあるとき、ＢＩＢソースメンテナンス開口部１５８は、内部容積１３０の圧力又はガス組成物に影響を及ぼすことなく、追加のＢＩＢソース１４８を洗浄、調整、除去、交換、及び／又は他の方法でメンテナンスすることを可能にするように、除去され得る。

【００２０】

図１は、ブロードイオンビーム１０８を介して試料１０４から除去されたそのような試料材料が、追加のイオンソース容積１５２内に通過すること、及び／又は追加のＢＩＢソース１４８上に再堆積することを許されないような閉鎖状態の弁１６０を示す。本発明によれば、ＢＩＢソース１４８が使用されている間に追加のＢＩＢソース１３０上に再堆積が起こらないので、洗浄及び／又はメンテナンスのためにＢＩＢソース１４８を除去し及び／又はアクセスする必要があるときに、追加のＢＩＢソース１４０を使用して試料１０４（又は追加の試料）を処理することができる。したがって、弁１４６を閉じてソース容積１４０を内部容積１３０から密閉することができるので、弁１６０を開くことができ、その結果、追加のＢＩＢソース１４８を使用して追加のＢＩＢ開口部１５６を通して追加のブロードイオンビームを放出して試料を処理することができる。したがって、本開示のいくつかの実施形態では、ＢＩＢシステム１０２は、休止時間なしに試料を連続的に処理することができ、その効率を大幅に向上させる。加えて、図１には示されていないが、様々な実施形態において、ＢＩＢシステム１０２は、１つのＢＩＢソースのみを含んでもよく、又は３つ以上のＢＩＢソースを含んでもよい。

【００２１】

図１はまた、レーザ収容部１６８によって画定されるレーザ開口部１６６を通して光学ビームを放出するように構成され得る、レーザ容積１６４内に配置されるレーザソース１６２を任意選択で含むものとして、ＢＩＢシステム１０２を示す。レーザソース１６２によって放出される光学ビームは、ブロードイオンビーム１０８よりも高いビームエネルギー及び／又は強度のものであり、光学ビームが、ブロードイオンビームで可能な速度よりも１０～５０倍大きい速度で入射する試料材料を除去することを可能にする。例えば、１０分未満で、光学レーザは、ブロードイオンビームが９０分で除去することができるのと同程度のニッケル又はコバルトを除去することができる。更に、グラファイトなどのより硬い材料の場合、光学ビームが１０分未満で除去することができるのと同じ量の材料を除去するのに、現在のブロードイオンビームは最大４時間かかる。

【００２２】

しかしながら、試料材料の除去は光学ビームではより迅速であるが、光学ビームによるミリング及び／又は処理はまた、残りの試料表面に損傷／焼けを引き起こす。したがって、本発明の実施形態では、ＢＩＢシステム１０２は、試料１０４の初期部分を迅速に除去するために光学ビームを使用することができ、除去される必要がある試料１０４の最終部分は、ＢＩＢソース（例えば、ＢＩＢソース１０６、追加のＢＩＢソース１４８、又はＢＩＢシステム１０２内の別のＢＩＢソース）からのブロードイオンビームを使用して除去される。このようにして、光学ビームを使用して試料１０４のバルク部分を除去することができ、その後、ブロードイオンビームを使用して対象領域を露出させ、及び／又はより滑らかな若しくは損傷のない表面を作成することができる。

【００２３】

図１は、ＢＩＢシステム１０２に関連付けられたコンピューティングデバイス１７０を更に示す。図１は、コンピューティングデバイス１７０が外部デバイス１１２から分離されているとして示すが、様々な実施形態では、これらの要素のうちの１つ以上は、組み合わされ得る。すなわち、本出願人は、コンピューティングデバイス１７０がＢＩＢシステム１０２のコンポーネントであってもよく、ネットワーク通信インタフェースを介して通

信するＢＩＢシステム１０２とは別個のデバイスであってもよく、又はそれらの組み合わせであってもよいことを確認する。

【００２４】

当業者であれば、図１に示されるコンピューティングデバイス１７０は単なる例示であり、本開示の範囲を限定することを意図するものではないことを理解するであろう。コンピューティングシステム及びデバイスは、コンピュータ、ネットワークデバイス、インターネット家電製品、ＰＤＡ、無線電話、コントローラなどを含む、示された機能を実行することができるハードウェア又はソフトウェアの任意の組み合わせを含み得る。コンピューティングデバイス１７０はまた、示されていない他のデバイスに接続され得、又は代わりに、スタンドアロンシステムとして動作し得る。追加して、図示のコンポーネントによって提供される機能は、いくつかの実施態様では、より少ないコンポーネントに組み合わせられ、又は追加のコンポーネントに配布され得る。同様に、いくつかの実装態様では、図示の構成要素のうちのいくつかのコンポーネントの機能は実現されなくてもよい、及び／又は他の追加機能を利用可能とすることができる。

【００２５】

図１は、コンピューティングデバイス１７０の例示的なコンピューティングアーキテクチャ１８０を示す概略図を更に含む。例示的なコンピューティングアーキテクチャ１８０は、本開示で記載される技法を実装するために使用され得る、ハードウェア及びソフトウェアコンポーネントの追加の詳細を例解する。例示的なコンピューティングアーキテクチャ１８０では、ＢＩＢシステム１０２のコンピューティングハードウェア１７０は、１つ以上のプロセッサ１８２と、１つ以上のプロセッサ１８２に通信可能に結合されたメモリ１８４とを含む。

【００２６】

例示的なコンピューティングアーキテクチャ１８０は、メモリ１８４に保存された少なくとも制御モジュール１８８及び試料処理モジュール１９０を含んでもよい。例示的なコンピューティングアーキテクチャ１８０は更に、メモリ１８４に保存された試料情報１９２及び処理スケジュール（複数可）１９４を含むものとして示されている。試料情報１９２は、試料の特性、試料の識別情報、試料の履歴、試料の状態、試料ホルダ上の試料の位置決め、試料の組成物、試料内の対象領域、及び試料内の対象表面などを記述するデータに対応し得る。処理スケジュール（複数可）１９４は、所望の結果を達成するためにＢＩＢシステム１０２で試料１０４を処理するための１つ以上の方法、設定、又は命令を含み得る（すなわち、荷電粒子顕微鏡システムを使用して検査され得るように、試料１０４内の対象表面を露出させ、研磨する）。例えば、処理スケジュール１９４は、図３～図６に関連して示され説明された方法のうちの１つ以上のステップを含み得る。試料のための試料処理スケジュール１９４は、レーザ強度、レーザミリング時間、レーザを用いて除去される試料の一部、ＢＩＢ強度、ＢＩＢミリング時間、ＢＩＢを用いて除去される試料の一部、対象表面、処理順序、試料識別情報、除去される試料の領域、又はそれらの組み合わせを含んでもよい。例えば、試料処理スケジュール１９４は、ＢＩＢシステム１０２のコンポーネントによって特定の順序で実行される複数のステップを識別するデータ構造であってもよく、データ構造はまた、コンポーネント及び／又は個々のステップの様々なパラメータを識別してもよい。いくつかの実施形態では、そのような処理スケジュール１９４は、試料の処理をガイドするためにＢＩＢシステム１０２のユーザに少なくとも部分的に提示されてもよく、試料の処理に関連する設定を自動化及び／又は調整するためにコンピューティングデバイス１７０によって少なくとも部分的に使用されてもよく、又はそれらの組み合わせであってもよい。

【００２７】

いくつかの実施形態では、試料情報１９２及び／又は個々の処理スケジュール（複数可）１９４は、ユーザによって（例えば、キーパッド、キーボード、マウス、音声コマンド、タッチスクリーンなどを使用して）コンピューティングデバイス１７０に入力されてもよく、ハードウェア接続（例えば、ＣＤ／ＤＶＤ、ＵＳＢ、ＨＤＭＩ（登録商標）、ポー

タブルメモリなど）を介して受信されてもよく、ネットワーク接続（例えば、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、Ｗｉ－Ｆｉ、インターネットなど）を介して受信されてもよく、ＢＩＢシステム１０２（例えば、試料ホルダ１１６上のアクセス可能なメモリ）に挿入されている試料に関連して受信されてもよく、センサ情報又は試料情報１９２に基づいて生成されてもよく、又はそれらの組み合わせであってもよい。例えば、例示的実施形態では、ＢＩＢシステム１０２は、試料ホルダ１１６上のＲＦＩＤを介して識別子を受信し、ネットワーク接続を介して識別子に関連付けられた試料情報１９２にアクセスし、次いで、識別子、試料情報、又は両方に基づいて、試料１０４のための処理スケジュール１９４を識別又は生成するように構成され得る。

【００２８】

本明細書で使用される場合、「モジュール」という用語は、考察の目的で実行可能な命令の例示的な区分を表すように意図されており、あらゆるタイプの要件又は必要な方法、方式、又は編成を表すようには意図されていない。したがって、様々な「モジュール」が説明されているが、それらの機能及び／又は類似の機能は、異なって配置されることができる（例えば、より少数のモジュールに結合、より多数のモジュールに分割など）。更に、特定の機能及びモジュールは、本明細書ではプロセッサ上で実行可能なソフトウェア及び／又はファームウェアによって実施されるものとして記載されているが、他の事例では、任意又は全てのモジュールは、記載された機能を実行するようにハードウェア（例えば、特殊な処理ユニットなど）によって全体又は部分的に実施され得る。

【００２９】

制御モジュール１８８は、コンピューティングデバイス１７０及び／又はＢＩＢシステム１０２に、１つ以上のアクションを取らせ、及び／又は試料処理スケジュールのステップを実行させるために、プロセッサ１８２によって実行可能であり得る。いくつかの実施形態では、制御モジュール１８８は、ＢＩＢシステム１０２の個々のコンポーネント（例えば、ＢＩＢソース、レーザソースなど）の設定を調整する、ＢＩＢシステム１０２の個々のコンポーネントに特定の動作を実行させる（例えば、ＢＩＢシステム１０２内で試料ホルダを移動させる、弁を開閉する、ブロードイオンビームを放出する、光学ビームを放出する、試料を位置合わせする、容積１３０、１４０、及び／又は１５２内に存在する圧力設定又はガスを調整するなど）、又はそれらの組み合わせを行うように実行可能であってもよい。例えば、制御モジュール１８８は、試料ホルダマニピュレータ１２６を、ＢＩＢシステム１０２内に保管された（例えば、カセット保管容積１２２内に配置された保管カセット１２０内に保管された、試料ホルダ保管容積１１８内に保管されたなど）所望の試料ホルダ１１６と係合させ、係合された試料ホルダ１１６を試料ステージ領域１１２に平行移動、傾斜、及び／又は回転させて、それがマスク１１４と入れ子にされ、試料１０４がマスク１１４と所望の幾何学的関係を有するように実行可能であってもよい。そのような例では、制御モジュール１１８は、試料１０４が処理されると、当該試料ホルダ１１６をＢＩＢシステム１０２内に保管された場所に戻し、次いで追加の試料ホルダ１１６と係合し、次いで追加の試料ホルダ１１６を試料ステージ領域１１２に平行移動させて、追加の試料１０４を処理することができるように更に実行可能であってもよい。

【００３０】

代替的に又は追加的に、制御モジュール１８８は、ディスプレイ１８６に、処理プロトコルをユーザに提示させ、処理されている試料についての情報を提示させてもよい。例えば、制御モジュール１８８は、試料とマスク１１４との位置合わせ、除去／研磨／処理されている試料１０４の表面などのビデオ／画像情報を提示させてもよい。いくつかの実施形態では、制御モジュール１８８は、ユーザが試料１０４に関連付けられたデータを入力及び／又は変更し、及び／又は試料１０４を処理するときに使用されるプロトコルステップ又はコンポーネント構成を選択することを可能にする選択可能なインタフェースを含むグラフィカルユーザインタフェースをディスプレイ１８６に提示させてもよい。

【００３１】

試料処理モジュール１９０は、ＢＩＢシステム１０２による試料１０４の処理を少なく

とも部分的に自動化するために、プロセッサ１８２によって実行可能であり得る。例えば、試料処理モジュール１９０は、ＢＩＢシステム１０２内の試料ホルダ１１６を再配置し、試料の試料情報１９２にアクセスし、試料１０４の処理スケジュール１９４を決定し、ＢＩＢシステム１０２のコンポーネントの構成を調整し、及び／又はＢＩＢシステム１０２のコンポーネントに試料１０４の処理を実行させるように実行可能であってもよい。本発明によれば、試料処理モジュール１９０は、処理される試料１０４の試料情報１９２を取得することができる。様々な実施形態では、試料処理モジュール１９０は、有線又は無線接続を介して、ユーザ入力から情報を受信することによって、情報を取得してもよい。代替的又は追加的に、試料処理モジュール１９０は、センサ情報に基づいて情報を決定することによって情報を取得してもよい。

【００３２】

試料処理モジュール１９０はまた、ユーザ入力、試料１０４の試料情報１９２、試料１０４に関連付けられた処理スケジュール１９４、又はそれらの組み合わせに基づいて、ＢＩＢシステム１０２のコンポーネントの所望のコンポーネント構成を決定するように実行可能であってもよい。例えば、除去される試料材料の組成物及び除去される材料の量を示す試料情報１９２に基づいて、試料処理モジュール１９０は、所望のブロードイオンビーム強度（例えば、ＢＩＢ電流、加速電圧、ステージ揺動など）及び試料を処理するのに必要なブロードイオンビームの照射時間を決定してもよく、それに応じてＢＩＢソース１０６の構成及び／又は関連する処理スケジュール１９４を調整してもよい。

【００３３】

加えて、試料処理モジュール１９０はまた、処理される試料１０４に関連付けられた処理スケジュール１９４を取得するように実行可能であり得る。処理スケジュール１９４を取得することは、アクセス可能なデータ構造から所定の処理スケジュールにアクセスすること、所定の処理スケジュールを修正すること、試料のための処理スケジュールを生成すること、又はそれらの組み合わせに対応し得る。例えば、（例えば、試料ホルダ１１６上のバーコードをスキャンすることによって）試料の識別子を決定した後、試料処理モジュール１９０は、識別子を使用して、アクセス可能なメモリ上に記憶されたデータ構造から試料情報１９２及び／又は処理スケジュール１９４にアクセスし得る。代替的に又は追加的に、ユーザは、試料の識別子、試料情報１９４、プロセスの所望の結果、発生する処理のタイプなどを入力することができ、試料処理モジュール１９０は、ＢＩＢシステム１０２に試料の所望の処理を実行させる準備された処理スケジュール１９４を生成するために使用することができる。例えば、処理スケジュール１９４の仕様に基づいて、試料処理モジュール１９０は、ＢＩＢシステム１０２に、図３から図６に示す方法のいずれかを使用して１つ以上の試料１０４を処理させてもよい。いくつかの実施形態では、試料処理モジュール１９０は、ユーザが処理スケジュール１９４のステップを実行するための命令を承認及び／又は与えることを可能にする、一連のＧＵＩをディスプレイ１８６上に提供してもよい。試料処理モジュール１９０は更に、ユーザ入力から独立して、処理スケジュール１９４のステップの一部又は全部を行うように実行可能であり得る。

【００３４】

試料処理モジュール１９０は更に、多くの試料１０４が連続して処理され得るように、ＢＩＢシステム１０２内で試料ホルダ１１６を自動的に移動させるように、プロセッサ１８２によって実行可能であり得る。例えば、処理される複数の試料を識別するユーザ入力に基づいて、試料処理モジュール１９０は、識別された試料の各々が処理され得るように、試料ホルダマニピュレータ１２６に、関連付けられた試料ホルダ１１６を保管場所（例えば、カセット保管容積１２２内に配置された保管カセット１２０、試料ホルダ保管容積１１８など）と試料ステージ領域１１２との間で連続的に移動させ得る。試料処理モジュール１９０は、ＢＩＢシステム１０２に、ユーザ入力なしに処理ステップの一部又は全部を実行させるように更に構成されているので、試料処理モジュール１９０は、ＢＩＢシステム１０２が、複数の試料を迅速に連続して、ユーザ監視なしに自動的に処理することを可能にする。このようにして、本開示のＢＩＢシステム１０２は、単一のユーザが、複数

のＢＩＢシステム１０２にわたって多くの試料の試料処理を監視することを可能にし、及び／又はＢＩＢシステム１０２は、長期間にわたって一連の試料を処理するためにユーザの監視なしに放置される。

【００３５】

コンピューティングデバイス１７０は、１つ以上のプロセッサがアクセス可能なメモリ（複数可）に保存された命令、アプリケーション、又はプログラムを実行するように構成された１つ以上のプロセッサを含む。いくつかの例では、１つ以上のプロセッサは、これらに限定されないが、ハードウェア中央処理装置（ＣＰＵ）、グラフィックス処理装置（ＧＰＵ）などを含むハードウェアプロセッサを含み得る。多くの事例では、本技術は、１つ以上のプロセッサにより実行されるものとして本明細書に記載されているが、いくつかの事例では、本技術は、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ）、複合プログラマブル論理デバイス（ＣＰＬＤ）、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、システムオンチップ（ＳｏＣ）、又はこれらの組み合わせのような１つ以上のハードウェアロジックコンポーネントにより実現され得る。

【００３６】

１つ以上のプロセッサにアクセス可能なメモリは、コンピュータ可読媒体の例である。コンピュータ可読媒体は、２つのタイプのコンピュータ可読媒体、すなわちコンピュータ記憶媒体及び通信媒体を含むことができる。コンピュータ記憶媒体は、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、又は他のデータのような情報の記憶のための任意の方法又は技術において実装される揮発性及び不揮発性、取り外し可能及び固定の媒体を含むことができる。コンピュータ記憶媒体は、これらに限定されないが、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、読み出し専用メモリ（ＲＯＭ）、消去可能プログラマブル読み出し専用（ＥＥＰＲＯＭ）、フラッシュメモリ若しくは他のメモリ技術、コンパクトディスク読み出し専用メモリ（ＣＤ－ＲＯＭ）、デジタル多用途ディスク（ＤＶＤ）、若しくは他の光記憶、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置若しくは他の磁気記憶装置、又は所望の情報を記憶するように使用され得、かつコンピューティングデバイスによってアクセスされ得る、任意の他の非伝送媒体を含む。一般に、コンピュータ記憶媒体は、１つ以上の処理ユニットによって実行されるときに、本明細書に記載される様々な機能及び／又は操作を実施するようにする、コンピュータ実行可能命令を含み得る。対照的に、通信媒体は、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、若しくは搬送波のような変調データ信号における他のデータ、又は他の伝送機構を具体化する。本明細書において定義されるように、コンピュータ記憶媒体は、通信媒体を含まない。

【００３７】

当業者であれば、項目又はその部分が、メモリ管理及びデータ完全性のために、メモリと他の記憶デバイスとの間で移送され得ることも理解するであろう。代替的に、他の実施態様では、ソフトウェアコンポーネントのいくつかは、又は全ては、別のデバイスのメモリ内で実行し得、コンピューティングデバイス１７０と通信し得る。システムコンポーネント又はデータ構造のいくつか又は全ては、（例えば、命令又は構造化データとして）非一時的なコンピュータアクセス可能媒体に記憶されることもでき、又はその様々な例が上述されている適切なドライブにより読み取られるポータブル製品に記憶されることもできる。いくつかの実施態様では、コンピューティングデバイス１７０とは別個のコンピュータアクセス可能媒体に記憶された命令は、無線リンクなどの通信媒体を介して搬送される電気信号、電磁信号、又はデジタル信号などの伝送媒体又は信号を介して、コンピューティングハードウェア及びコンピューティングデバイス１７０に伝送されてもよい。様々な実装態様は、コンピュータアクセス可能媒体に関するこれまでの記述に従って実装される命令及び／又はデータを受信する、送信する、又は記憶することを更に含んでもよい。

【００３８】

図２は、試料準備ワークフロー内で複数の試料をより効率的に処理するためのＢＩＢシステム（複数可）１０２がある例示的な環境２００の図である。具体的には、図２は、試料準備ステーション２０２、試料搬送デバイス２５０、ＢＩＢシステム１０２、及び荷電

粒子顕微鏡２６０を含む環境２００を示す。しかしながら、当業者は、本開示によるＢＩＢシステム１０２が試料を効率的に処理することを可能にするために、異なるステーション、コンポーネント、及びデバイスがどのように使用され得るかを理解するであろう。例えば、例示的な環境２００、その中のコンポーネント／ステーション／デバイスは、図３～図６に説明される方法並びに本明細書に説明される他のプロセスを実践するために使用されてもよい。

【００３９】

図２は、試料準備ステーション２０２を、制御された圧力及び雰囲気ガス組成物を有するフード付き作業領域として示す。具体的には、図２は、作業容積２０６を画定するバリア材料２０４と、コンポーネントが作業容積２０６と外部環境との間を通過することができる１つ以上の任意選択で密閉可能な開口部２０８とを備える試料準備ステーション２０２を示す。しかしながら、当業者は、試料準備ステーション２０２が開放環境に対応し得ることを理解するであろう。更に、試料準備ステーション２０２は、ＢＩＢシステム１０２とは別個のものとして図２に示されているが、当業者は、いくつかの実施形態では、試料準備ステーション２０２は、試料が試料準備ステーション２０２の試料ホルダ上に位置合わせされ得るように、内部容積を形成する別個のチャンバ内のＢＩＢシステム１０２内に含まれてもよく、異なる試料は、ＢＩＢシステム１０２の内部容積内のＢＩＢソースによって処理されることを理解するであろう。

【００４０】

いくつかの実施形態では、ユーザは、所望の試料２１０タイプの準備に最適であるように、作業容積２０６内の圧力及び雰囲気ガス組成物を選択することができる。作業容積２０６は、ＢＩＢシステム１０２における処理のために試料２１０を準備するための例示的な要素を含むものとして示されている。例えば、作業容積２０６は、採取／生成され、検査のために準備された複数の試料２１０と、試料２１０を配置することができる複数の空の試料ホルダ２１２と、試料ホルダ上に試料を位置合わせ／配置するための例示的な補助具２１４と、試料を収容する試料ホルダ２１６とを含むものとして示されている。例示的な補助具２１４は、光学顕微鏡システムとして示されているが、当業者は、異なるタイプの試料２１０／準備ワークフローが、試料ホルダ上に試料を最適に位置合わせ／位置決めするために異なるタイプの補助具を必要とし得ることを理解するであろう。

【００４１】

本発明のいくつかの実施形態では、準備ステーションは、試料ホルダ２１２上に試料２１０を位置合わせするための追加のマスク２１８を更に含む。追加のマスク２１８は、試料ホルダが追加のマスク２１８と入れ子にされたときに試料と追加のマスク２１８の縁部との間に特定の幾何学的関係を有するように試料が位置合わせ及び／又は配置されたときに、試料ホルダがＢＩＢシステム１０２内でマスク１１４と入れ子にされたときに試料２１０が試料とマスク１１４（ａ）の縁部との間に同じ特定の幾何学的関係を有するように、幾何学的に構成される。マスク１１４と追加マスク２１８との間のこの幾何学的類似性は、ＢＩＢシステム１０２がブロードイオンビーム及び／又は光学ビームを用いて試料を処理することができる潜在的な時間を取ることなく、試料がそれぞれの試料ホルダ上で位置合わせされることを可能にする。いくつかの実施形態では、試料準備ステーション２０２内で試料を位置合わせすることは、追加のマスク２１８を使用せずに試料を光学的に位置合わせすることに対応し得る。例えば、試料ホルダがＢＩＢシステム１０２内でマスク１１４と入れ子にされた状態で試料が所望の位置になるように、試料ホルダの調整可能な部分を調整することによって、試料を試料ホルダに対して光学的に位置合わせすることができる。このように試料を光学的に位置合わせするための例示的な方法は、試料縁部をマークされた位置に調整すること（例えば、光学顕微鏡及び／又は画像認識アルゴリズムを使用して）、所望の位置を決定するためにレーザゲート感知を使用することなどを含むが、これらに限定されない。

【００４２】

加えて、図２は、複数の試料ホルダ２１６を保持するように構成された保管カセット２

２０を含む試料準備システムを示す。保管カセット２２０は、多くの試料２０４及びそれらの対応する試料ホルダ２１６が、ＢＩＢシステム１０２に搬送及び／又は装填されることを可能にするように構成される。このようにして、ユーザは、追加のマスト２１８を使用して、各複数の試料２１０を事前に位置合わせさせ、次いで、それらを保管カセット２２０内に装填することができる。

【００４３】

図２は、試料準備ステーション２０２とＢＩＢシステム１０２との間、及び／又はＢＩＢシステム１０２と荷電粒子顕微鏡２０６との間で試料ホルダ２１６を搬送するように構成された任意選択の試料搬送デバイス２０４を更に示す。いくつかの実施形態では、試料搬送デバイス２０４は、搬送中に試料ホルダ２１６の周囲の所望の圧力及び／又はガス環境を維持することができる。そのような実施形態では、試料搬送デバイス２０４は、所望の圧力及び／又はガス環境以外の圧力又はガスに露出されることなく、試料が、試料準備ステーション２０２において準備され、ＢＩＢシステム１０２において処理され、荷電粒子顕微鏡２０６において調査されることを可能にする。あるいは、試料ホルダ２１６又は保管カセット２２０は、それ自体が試料準備ステーション２０２とＢＩＢシステム１０２との間で搬送されてもよい。いくつかの実施形態では、保管カセット２２０は、それが収容する複数の試料ホルダ２１６を所望の圧力及び／又はガス環境で維持することが可能であり得る。

【００４４】

図２は、図１に関連して説明した例示的なＢＩＢシステム１０２を含むものとして例示的な環境２００を更に示す。ＢＩＢシステム１０２は、試料ステージ領域１１２に向かってＢＩＢ軸に沿ってブロードイオンビームを放出するように構成されたＢＩＢソース１０６及び任意選択の追加のＢＩＢソース１４８を含む。ブロードイオンビームは、ブロードイオンビームの一部が試料２１０に入射するときに、ブロードイオンビームが入射する試料の材料がミリングされるか、又は他の方法で試料から除去されるように構成される。試料ステージ領域１１２は、対象部分に対応する試料材料が、入射イオンによって試料２１０からミリングされないか、又は他の方法で除去されないように、ブロードイオンビームの一部を遮断するように構成されたマスク１１４を含むことができる。試料ステージ領域１１２はまた、試料ホルダ２１６を受け入れるように構成されたホルダインタフェースを含むことができ、それにより、試料２１０の処理中に、マスクが試料内の対象部分を保護するように、マスク１１４に対して位置決め及び保持することができる。ＢＩＢシステム１０２は、任意選択のレーザソース１６２を含むものとして更に示されている。ＢＩＢシステム１０２は、図１の議論に記載されるように、及び／又は図３から図６に記載される方法並びに本明細書に記載される他のプロセスに従って、試料を処理するように構成される。

【００４５】

例示的な環境２００は、本発明によるＢＩＢシステム１０２で処理された試料２１０を検査するための荷電粒子顕微鏡システム２０６を含むものとして更に示されている。例示的な荷電粒子顕微鏡システム（複数可）２０６は、荷電粒子のビーム２２２（通常は電子ビーム又はイオンビーム）で試料２１０に照射及び／又は他の方法で衝突させるように構成された電子顕微鏡（ＥＭ）セットアップ又は電子リソグラフィセットアップを含むことができる。様々な実施形態において、荷電粒子顕微鏡システム２０６は、これらに限定されないが、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）、走査型透過電子顕微鏡（ＳＴＥＭ）、透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）、荷電粒子顕微鏡（ＣＰＭ）、二重ビーム顕微鏡システムなどのような１つ以上の異なるタイプのＥＭ及び／又は荷電粒子顕微鏡であるか、又はこれらを含むことができる。加えて、いくつかの実施形態では、ＴＥＭは、ＳＴＥＭとしても動作することができる。図２は、例示的な荷電粒子顕微鏡システム２０６を、透過型電子顕微鏡（ＳＥＭ）２２４として示す。

【００４６】

図３は、本発明による、システム稼働時間の増加を可能にする二重ＢＩＢシステムを用

いて試料を処理するための試料プロセス３００を示す。プロセス３００は、試料準備ワークフロー内の複数の試料のより効率的な処理のための例示的環境（複数可）２００のいずれかを含む任意の環境において、ＢＩＢシステム１０２のいずれかを用いて実装され得る。

【００４７】

ステップ３０２において、処理される試料が任意に決定される。例えば、処理される試料は、ＢＩＢシステム上のインタフェースを介して、又は関連付けられたコンピューティングデバイスを介してユーザから受信された入力に基づいて決定され得る。代替的に、処理される試料は、データ構造（すなわち、テーブル、スケジュール、メタデータなど）にアクセスする、及び／又は処理される次の試料の決定をもたらす命令を実行する、ＢＩＢシステム又は関連するコンピューティングデバイスによって決定され得る。例えば、ＢＩＢシステムは、その中に保管される複数の試料ホルダに順次アクセスするように構成されてもよく、ユーザが、自動的に連続して処理されるように、いくつかの試料をＢＩＢシステムに事前装填することを可能にする。そのような例では、関連するコンピューティングデバイスのＢＩＢシステムは、試料が処理される順序を追跡し、複数の試料のうちのどの試料が次に処理されるかを追跡する。

【００４８】

ステップ３０４において、試料の処理スケジュールが決定される。試料の処理スケジュールは、試料の所望の処理結果（例えば、ＢＩＢ強度、ＢＩＢミリング時間、ＢＩＢを用いて除去される試料の一部、対象表面、又はこれらの組み合わせ）を達成するために従うべきＢＩＢシステム構成及びワークフロー設定に対応する。いくつかの実施形態では、処理スケジュールは、予め作成された処理スケジュールのリストから処理スケジュールを選択すること、新しい処理スケジュールを入力／生成すること、個々のステップ若しくは構成命令を入力すること、又はそれらの組み合わせによって、ユーザによって入力され得る。例えば、関連するコンピュータは、ユーザが試料に関連するデータを入力及び／又は変更すること、及び／又は試料を処理するときに使用されるプロトコルステップ若しくはコンポーネント構成を選択することを可能にする選択可能なインタフェースを含むグラフィカルユーザインタフェースを提示してもよい。別の例では、ＢＩＢシステムが特定のタイプの試料を処理して特定の検査モダリティのためにそれを準備するために頻繁に使用される場合、ＢＩＢシステム又は関連するコンピュータは、頻繁に使用される処理構成／ワークフローを開始するためにユーザが（手動で、又は試料、試料ホルダなどに関連するメタデータを介して）選択することができる関連する処理スケジュールを記憶していてもよい。

【００４９】

いくつかの実施形態では、処理スケジュールは、処理される試料に関連付けられた試料情報とともに受信され得る。試料情報は、試料識別情報、試料組成物、対象領域、対象表面、関連する処理スケジュールなどのうちの１つ以上を含む。代替的に又は追加的に、ＢＩＢシステム又は関連するコンピューティングシステムは、予め定義された規則／命令を使用して、試料情報に基づいて試料の処理スケジュールを決定してもよい。例えば、ユーザは、ＢＩＢシステムが関連する試料情報を指定するデータ構造にアクセスするために使用することができる試料の識別子を入力することができ、次いで、ＢＩＢシステムは、予め定義された規則を使用して、ＢＩＢシステムに試料の所望の処理を実行させる準備された処理スケジュールを作成する。一例として、ＢＩＢシステムは、除去される材料組成物に基づいてブロードイオンビームのビーム強度を設定し、及び／又は除去される材料の量に基づいてミリング時間を調整することができる。

【００５０】

ステップ３０６において、試料は処理のために準備される。処理のために試料を準備することは、より大きな試料から試料を採取すること、又はそうでなければ試料を生成すること（例えば、試料の一部を成長又は堆積させる）、試料を試料ホルダに装填すること、試料を位置合わせさせること、試料をＢＩＢシステムに搬送すること、試料ホルダをＢＩ

Ｂシステム内の試料ステージ領域に搬送することなどを含むことができる。例えば、ＢＩＢシステムは、コンポーネント試料ホルダ搬送要素に、処理される試料に関連する試料ホルダを保管領域から回収させ、試料と保護マスクとの間の幾何学的関係が、照射／ミリング中にマスクが試料の所望の部分を保護するようになるように、試料ホルダを平行移動、傾斜及び／又は回転させることができる。

【００５１】

ステップ３０８において、ＢＩＢソースは、試料に向かってブロードイオンビームを放出させられる。図３は更に、ブロードイオンビームが試料に向かって放出されている間に実行可能であるステップ３１０を示す。ステップ３１０において、追加のＢＩＢソースがアクセスされる。本発明によれば、追加のＢＩＢソースは、弁を介してＢＩＢシステムの内部から選択可能に密閉され得る容積内に配置される。このようにして、弁が閉じられると、試料からの粉砕された材料は、追加のＢＩＢソースを含有する容積内に通過することができない。加えて、いくつかの実施形態では、追加のＢＩＢソースがアクセスされるとき、圧力及び／又はガス構成は影響を受けない。様々な実施形態において、３１０において追加のＢＩＢソースにアクセスすることは、ＢＩＢシステムから追加のＢＩＢソース３１２を除去すること（例えば、洗浄、調整、修理などのため）、追加のＢＩＢシステム３１４に対してメンテナンスを行うこと（例えば、洗浄、位置合わせなど）、追加のＢＩＢソース３１６を交換すること（例えば、洗浄／メンテナンス後にＢＩＢソースを再設置すること）、及び／又はＢＩＢシステムに新しいＢＩＢソース３１８を設置することのうちの１つ以上を含み得る。

【００５２】

ステップ３２０において、試料の一部がブロードイオンビームで除去される。本発明によれば、ステップ３２０は、図４で説明した二重光学及びイオンミリングプロセスなど、ブロードイオンビームとは異なるソースを用いたミリングを含むことができる。ステップ３２０において、保護マスクによって遮蔽されていない試料の一部が試料から除去される。このようにして、追加の処理を受ける試料の対象領域及び／又は部分を迅速に露出することができる。

【００５３】

ステップ３２２において、別の試料が粉砕されるべきかどうかが決定される。３２２での答えが「はい」である場合、プロセスはステップ３０２に戻り、処理される試料が選択される。このようにして、追加のＢＩＢシステムがアクセスされている間に、多数の試料を処理することができる。３２２における答えが「いいえ」である場合、プロセス３００は終了し得る。

【００５４】

図４は、本発明による、より効率的な試料処理のための二重モード光学及びＢＩＢミリングシステムを用いて試料を処理するための試料プロセス４００を示す。プロセス４００は、試料準備ワークフロー内の複数の試料のより効率的な処理のための例示的環境（複数可）２００のいずれかを含む任意の環境において、ＢＩＢシステム１０２のいずれかを用いて実装され得る。

【００５５】

ステップ４０２において、処理される試料が任意に決定される。例えば、処理される試料は、ＢＩＢシステム上のインタフェースを介して、又は関連付けられたコンピューティングデバイスを介してユーザから受信された入力に基づいて決定され得る。代替的に、処理される試料は、データ構造（すなわち、テーブル、スケジュール、メタデータなど）にアクセスする、及び／又は処理される次の試料の決定をもたらす命令を実行する、ＢＩＢシステム又は関連するコンピューティングデバイスによって決定され得る。

【００５６】

ステップ４０４において、試料の処理スケジュールが決定される。試料の処理スケジュールは、試料の所望の処理結果（例えば、ＢＩＢ強度、ＢＩＢミリング時間、ＢＩＢを用いて除去される試料の一部、対象表面、又はこれらの組み合わせ）を達成するために従う

べきＢＩＢシステム構成及びワークフロー設定に対応する。様々な実施形態では、処理スケジュールは、ユーザによって入力されてもよく、処理される試料に関連付けられた試料情報とともに受信されてもよく、又は（例えば、試料情報に基づいて）ＢＩＢシステムによって決定されてもよい。

【００５７】

ステップ４０６において、試料は処理のために準備される。処理のために試料を準備することは、より大きな試料から試料を採取すること、又はそうでなければ試料を生成すること（例えば、試料の一部を成長又は堆積させる）、試料を試料ホルダに装填すること、試料を位置合わせさせること、試料をＢＩＢシステムに搬送すること、試料ホルダをＢＩＢシステム内の試料ステージ領域に搬送することなどを含むことができる。例えば、ＢＩＢシステムは、コンポーネント試料ホルダ搬送要素に、処理される試料に関連する試料ホルダを保管領域から回収させ、試料と保護マスクとの間の幾何学的関係が、照射／ミリング中にマスクが試料の所望の部分を保護するようになるように、試料ホルダを平行移動、傾斜及び／又は回転させることができる。

【００５８】

ステップ４０８において、レーザソースは、試料に向かって光学ビーム（例えば、レーザ）を放出させられる。レーザソースによって放出される光学ビームは、ブロードイオンビームよりも高いビームエネルギー及び／又は強度のものである。ステップ４１０において、試料の第１の部分が光学ビームで除去される。光学ビームの強度が増大するので、それは、ブロードイオンビームで可能な速度よりも１０～５０倍大きい速度で入射する試料材料を除去することができる。しかしながら、試料材料の除去は光学ビームではより迅速であるが、光学ビームによるミリング及び／又は処理はまた、残りの試料表面に損傷／焼けを引き起こす。

【００５９】

ステップ４１２で、ＢＩＢソースは、試料に向かってブロードイオンビームを放出させられ、ステップ４１４において、試料の第２の部分が、ブロードイオンビームを用いて除去される。ブロードイオンビームは、試料表面を損傷することなく試料材料を除去することができるので、ブロードイオンビームは、試料に更なる損傷を引き起こすことなく、試料の最終部分（すなわち、試料の損傷部分）を除去することができる。このようにして、材料の大部分が光学ビームで急速に除去されると、ブロードイオンビームを使用して試料の最終部分を除去して対象領域を露出させることができる。

【００６０】

図５は、本発明による、休止時間が低減された二重ＢＩＢシステム内で複数の試料を処理するための試料プロセス５００を示す。プロセス５００は、試料準備ワークフロー内の複数の試料のより効率的な処理のための例示的環境（複数可）２００のいずれかを含む任意の環境において、ＢＩＢシステム１０２のいずれかを用いて実装され得る。

【００６１】

ステップ５０２において、処理される試料が任意に決定される。例えば、処理される試料は、ＢＩＢシステム上のインタフェースを介して、又は関連付けられたコンピューティングデバイスを介してユーザから受信された入力に基づいて決定され得る。代替的に、処理される試料は、データ構造（すなわち、テーブル、スケジュール、メタデータなど）にアクセスする、及び／又は処理される次の試料の決定をもたらす命令を実行する、ＢＩＢシステム又は関連するコンピューティングデバイスによって決定され得る。

【００６２】

ステップ５０４において、試料の処理スケジュールが決定される。試料の処理スケジュールは、試料の所望の処理結果（例えば、ＢＩＢ強度、ＢＩＢミリング時間、ＢＩＢを用いて除去される試料の一部、対象表面、又はこれらの組み合わせ）を達成するために従うべきＢＩＢシステム構成及びワークフロー設定に対応する。様々な実施形態では、処理スケジュールは、ユーザによって入力されてもよく、処理される試料に関連付けられた試料情報とともに受信されてもよく、又は（例えば、試料情報に基づいて）ＢＩＢシステムに

よって決定されてもよい。

【００６３】

ステップ５０６では、処理される試料に関連付けられた試料ホルダが、ＢＩＢシステム内の保管場所から除去される。例えば、ＢＩＢシステムは、コンポーネント試料ホルダ搬送要素（例えば、試料ホルダマニピュレータ）に、処理される試料に関連付けられた試料ホルダを、ＢＩＢシステム内の保管領域から、及び／又は試料保管／搬送デバイス（例えば、保管カセット）内から取り出させ得る。

【００６４】

ステップ５０８において、試料ホルダは試料ステージ領域に配置される。具体的には、試料ホルダは、試料と保護マスクとの間の幾何学的関係が、照射／ミリング中にマスクが試料の所望の部分を保護するようなものであるように、試料ホルダ搬送要素によって平行移動、傾斜、及び／又は回転されてもよい。いくつかの実施形態では、試料はまた、ユーザ及び／又はセンサ入力に基づいて、マスクと位置合わせされてもよい。あるいは、又は更に、試料は、図６に記載されるワークフローのようなワークフローを使用して再位置合わせされ得る。

【００６５】

ステップ５１０において、試料が処理される。具体的には、ＢＩＢソースから試料に向かってブロードイオンビームを放出させる。ブロードイオンビームが入射する試料の第１の部分はミリング除去され、ＢＩＢソースの保護マスクがブロックする試料の第２の部分はミリング除去されない。代替的、又は追加的に、試料は、本明細書に記載されるプロセスを含むがこれに限定されない他の試料準備ワークフローを使用して、ＢＩＢシステムにおいて処理されてもよい。

【００６６】

ステップ５１２では、試料ホルダが試料ステージ領域から除去される。すなわち、試料ホルダは、試料ホルダ搬送要素によって平行移動、傾斜、及び／又は回転され、それにより、試料ホルダは、保管場所、試料搬送デバイスに保管されるか、又はポートを通ってＢＩＢシステムから搬送される。

【００６７】

ステップ５１４において、別の試料が処理されるかどうかが決定される。５１４での答えが「はい」である場合、プロセスはステップ５０２に戻り、処理される試料が決定される。５１４における答えが「いいえ」である場合、プロセス５００は終了し得る。

【００６８】

図６は、本発明による、システム稼働時間の増加を可能にするＢＩＢシステムを用いて試料を処理するための試料プロセス３００を示す。プロセス６００は、試料準備ワークフロー内の複数の試料のより効率的な処理のための例示的環境（複数可）２００のいずれかを含む任意の環境において、ＢＩＢシステム１０２のいずれかを用いて実装され得る。

【００６９】

ステップ６０２において、試料が取得される。具体的には、試料は、より大きな試料から試料を採取すること、試料の一部を成長又は堆積させること、より大きな試料の一部をミリングすること、又はそれらの組み合わせによって得ることができる。

【００７０】

ステップ６０４において、試料は試料ホルダに固定され、ステップ６０６において、試料ホルダを第１のマスクと入れ子にする。第１のマスクは、ＢＩＢシステム内の第２の保護マスクと幾何学的に類似しており、第１のマスクに対して所望の位置合わせ状態にある試料も、第２の試料と所望の位置合わせ状態にある。すなわち、試料が第１のマスクを有する試料ホルダ上の所望の位置に位置合わせされるとき、試料ホルダがその後ＢＩＢシステム内の第２のマスク内に入れ子にされるときに、試料を更に位置合わせする必要はない。

【００７１】

ステップ６０８において、試料を第１のマスクと位置合わせする。例えば、ユーザは、

光学顕微鏡、センサ、又は視覚を使用して、試料ホルダ上の試料位置合わせ要素を操作して、試料が所望の位置合わせ位置になるまで平行移動、傾斜、又は回転されるようにし得る。試料が位置合わせされると、試料ホルダは、ＢＩＢシステム内の試料保管領域に、及び／又は試料保管／搬送デバイス（例えば、保管カセット）内から平行移動され得る。例えば、試料がこのようにして事前に位置合わせされた後、試料ホルダは、試料が処理されるＢＩＢシステム内の保管場所に搬送されてもよい。いくつかの実施形態では、ＢＩＢシステムは、ステップ６０２～６０８の一部又は全部が行われ得る別個の試料位置合わせチャンバを有してもよく、試料操作要素は、位置合わせされた試料を含有する試料ホルダをＢＩＢシステム内の保管場所に搬送してもよい。このようにして、ユーザが試料を第１のマスクと位置合わせしているとき、ＢＩＢシステムは、第２のマスクを使用して事前に位置合わせされた試料を処理することができる。

【００７２】

代替例では、試料が第１のマスクと位置合わせされると、試料は、試料が処理されるＢＩＢシステムへの搬送／装填中に試料を保護する試料搬送デバイスに装填されてもよい。そのような搬送デバイスは、単一の試料ホルダ又は多くの試料ホルダを搬送するように構成され得る。いくつかの実施形態では、搬送デバイスは、搬送中に試料の周囲の圧力又はガス環境を保存してもよい。このようにして、試料は、制御された圧力及び／又はガス組成物を有する試料準備領域において準備され得、次いで、試料を新しい圧力／ガス組成物に露出することなく、ＢＩＢシステムに搬送され得る。

【００７３】

ステップ６１０において、別の試料が位置合わせされるべきか否かが判定される。６１０での答えが「はい」である場合、プロセスはステップ６０２に戻り、別の試料が取得される。このようにして、複数の試料を事前に位置合わせさせ、ＢＩＢシステム内の試料保管領域に、及び／又は試料保管／搬送デバイス内から装填することができる。ユーザは多くの試料を連続的に位置合わせさせることができるので、この方法を使用する複数の試料にわたる試料準備のスループットを大幅に合理化することができる。

【００７４】

６１０における答えが「いいえ」である場合、プロセス６００はステップ６１２に続き、ここで、試料ホルダは、ＢＩＢシステム内の第２のマスクと入れ子にされる。試料は第１のマスクと事前に位置合わせされているので、試料ホルダが第２のマスクと入れ子にされるとき、それは更なる位置合わせを必要としない。これは、試料がシステム内で処理され得る速度を大幅に増加させる。

【００７５】

ステップ６１４において、試料はＢＩＢシステムで処理される。例えば、試料の一部は、本明細書に記載されるプロセスのいずれかに従って、光学ビーム又はブロードイオンビームを用いて除去され得る。加えて、現在のＢＩＢシステムによって現在必要とされるユーザ入力の多くは、位置合わせプロセスに関連するので、このプロセスを使用して試料を事前に位置合わせすることによって、必要とされるユーザ入力は、複数の試料の位置合わせ中に全て一度に実行されることができ、残りの処理ステップは、本発明によるＢＩＢシステムが、ユーザ入力／監視をほとんど又は全く伴わずに、複数の事前に位置合わせされた試料を処理することができるように、少なくとも部分的に自動化されることができる。

【００７６】

ステップ６１６において、別の試料が処理されるかどうかが決定される。６１６における答えがイエスである場合、プロセスはステップ６１２に戻り、別の試料ホルダが第２のマスクと入れ子にされる。６１６における答えが「いいえ」である場合、プロセス６００は終了し得る。

【００７７】

図７Ａ及び図７Ｂは、第１のマスク７０４と事前に位置合わせされている試料７０２と、その後、第２のマスク７０６を含むＢＩＢシステムで処理されている試料７０２とを示す例示的な図である。具体的には、図７Ａは、光学顕微鏡７１０を使用して試料ホルダ７

０８上に位置合わせされている試料７０２を示す。図７Ｂは、ＢＩＢソース７１４からのブロードイオンビーム７１２を使用してＢＩＢシステム内で処理されている試料７０４を示す。試料７０２が第１のマスク７０４と事前に位置合わせされているので、また、第２のマスク７０６が第１のマスク７０４と幾何学的に類似しているので、試料７０２は、ＢＩＢシステム内で位置合わせ／配置される必要がない。

【００７８】

本開示による本発明の主題の例は、以下に列挙される段落で説明される。

【００７９】

Ａ１．改善された稼働時間を有するブロードイオンビーム（ＢＩＢ）試料準備システムであって、内部容積を画定する収容部と、内部容積内に配置された試料ステージであって、試料ステージは、試料ホルダによって保持された試料の研磨中に試料ホルダを保持するように構成されている、試料ステージと、使用時に試料に向かって第１のブロードイオンビームを放出するように構成された第１のＢＩＢソースであって、第１のＢＩＢソースは第１のソース収容部内に配置されている、第１のＢＩＢソースと、使用時に試料に向かって第２のブロードイオンビームを放出するように構成された第２のＢＩＢソースであって、第１のＢＩＢソースは第１のソース収容部内に配置され、第２のＢＩＢソースは、第１のＢＩＢソースが試料に向かって第１のブロードイオンビームを放出している間に除去されるように構成されている、第２のＢＩＢソースと、を含む、ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）試料準備システム。

Ａ２．第２のソースは、第１のＢＩＢソースが第１のブロードイオンビームを試料に向かって放出している間に再設置されるように更に構成されている、段落Ａ１に記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ａ２．１．第１のソースは、第２のソースが試料に向かって第２のブロードイオンビームを放出している間に除去されるように構成されている、段落Ａ２に記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ａ２．２．第１のＢＩＢソースは、第２のＢＩＢソースが第２のブロードイオンビームを試料に向かって放出している間に再設置されるように構成されている、段落Ａ２からＡ２．２のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ａ３．第１のソース収容部及び第２のソース収容部は各々、内部容積内に少なくとも部分的に配置される、段落Ａ１からＡ２．２のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ａ４．第１のソース収容部は、第１のＢＩＢソースを含む第１の容積と、第１の容積を内部容積に接続する第１の開口部と、を少なくとも部分的に画定する、段落Ａ１からＡ３のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ａ４．１．第１のＢＩＢソースから放出されたイオンが第１の開口部を通って第１の容積から内部容積へ通過することを可能にする開放状態と、試料からのイオン又は放出物が内部容積から第１の容積へ通過することを第１の弁が防止する密閉状態との間で切り替わるように構成された第１の弁を更に備える、段落Ａ４に記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ａ４．１．１．第１の弁が密閉状態にあるとき、第１の容積は、内部容積内の圧力に影響を及ぼすことなく外部環境に対して開放され得る、段落Ａ４．１に記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ａ４．１．２．第１の弁が密閉状態にあるとき、第１の容積は、内部容積内のガスの組成物に影響を及ぼすことなく外部環境に対して開放され得る、段落Ａ４．１からＡ４．１．１のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ａ４．１．３．第１の弁が密閉状態にあるとき、第１のＢＩＢソースは、内部容積内の圧力又はガス組成物に影響を及ぼすことなく、ＢＩＢ試料準備システムから除去されること及び再設置されることの少なくとも一方が可能である、段落Ａ４．１からＡ４．１．２のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ａ４．１．４．第１の弁が密閉状態にあるとき、第１の容積は、内部容積内の真空を破ることなく外部環境に開放され得る、段落Ａ４．１からＡ４．１．３のいずれか１つに記

載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ４．１．５．第１の弁は、シャッタ、弁、又はドアのうちの１つに対応する、段落Ａ４．１からＡ４．１．４のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ４．２．第１の収容部は、第１のＢＩＢソースが第１の容積から除去されるか又は第１の容積内に再設置されることを可能にする第１のＢＩＢソースメンテナンス開口部を更に画定する、段落Ａ４からＡ４．１．５のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ４．２．１．第１のＢＩＢソースが第１の容積から除去され得るか、又は第１の容積内に再設置され得る開放状態と、第１の容積が外部環境から密閉される閉鎖状態との間で切り替わるように構成された第１のアクセスポートを更に備える、段落Ａ４．１に記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ４．２．２．第１収容部は、第１の弁及び第１のアクセスポートが各々閉鎖状態にあるとき、第１容積が内部容積又は第２の容積から独立して加圧されることを可能にするように構成されている、段落Ａ４．２．１に記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ５．第２のソース収容部は、第２のＢＩＢソースを含む第２の容積と、第２の容積を内部容積に接続する第２の開口部と、を少なくとも部分的に画定する、段落Ａ１からＡ４．２．２のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ５．１．第２のＢＩＢソースから放出されたイオンが第２の開口部を通って第２の容積から内部容積へ通過することを可能にする開放状態と、試料からのイオン又は放出物が内部容積から第２の容積へ通過することを第２の弁が防止する密閉状態との間で切り替わるように構成された第２の弁を更に備える、段落Ａ５に記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ５．１．１．第１の弁が密閉状態にあるとき、第１の容積は、内部容積内の圧力に影響を及ぼすことなく外部環境に対して開放され得る、段落Ａ５．１に記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ５．１．２．第１の弁が密閉状態にあるとき、第１の容積は、内部容積内のガスの組成物に影響を及ぼすことなく外部環境に対して開放され得る、段落Ａ５．１からＡ５．１．１のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ５．１．３．第１の弁が密閉状態にあるとき、第１のＢＩＢソースは、内部容積内の圧力又はガス組成物に影響を及ぼすことなく、ＢＩＢ試料準備システムから除去されること及び再設置されることの少なくとも一方が可能である、段落Ａ５．１からＡ５．１．２１のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ５．１．４．第１の弁が密閉状態にあるとき、第１の容積は、内部容積内の真空を破ることなく外部環境に開放され得る、段落Ａ５．１からＡ５．１．３のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ５．１．５．第２の弁は、シャッタ、弁、又はドアのうちの１つに対応する、段落Ａ５．１からＡ５．１．４のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ５．２．第２の収容部は、第２のＢＩＢソースが第２の容積から除去されるか又は第２の容積内に再設置されることを可能にする第２のＢＩＢソースメンテナンス開口部を更に画定する、段落Ａ５からＡ５．１．５のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ５．２．１．第２のＢＩＢソースが第２の容積から除去され得るか、又は第２の容積内に再設置され得る開放状態と、第２の容積が外部環境から密閉される閉鎖状態との間で切り替わるように構成された第２のアクセスポートを更に備える、段落Ａ５．１に記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ５．２．２．第２の収容部は、第２の弁及び第２のアクセスポートが各々閉鎖状態にあるとき、第２の容積が内部容積又は第１の容積から独立して加圧されることを可能にするように構成されている、段落Ａ５．２．１に記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ６．１つ以上の追加のＢＩＢソースを更に含む、段落Ａ１からＡ５．２．２のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。
Ａ７．第１のＢＩＢソースは、第１の軸に沿って試料に向かって第１のブロードイオン

ビームを放出し、第２のＢＩＢソースは、第２の軸に沿って試料に向かって第２のブロードイオンビームを放出し、第１のソースと第２のソースとの間の角度は、６０度～１２０度である、段落Ａ１からＡ５．２．２のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ａ８．プロセッサと、プロセッサ上で実行されると、プロセッサに、段落Ｂ１からＢ７．２．１のいずれか１つに記載の方法の実行を開始させるコンピュータ可読命令を記憶するメモリと、を更に備える、段落Ａ１からＡ７のいずれか１つに記載のＢＩＢ試料準備システム。

Ｂ１．改善された稼働時間を有するブロードイオンビーム（ＢＩＢ）研磨機を動作させるための方法であって、第１のＢＩＢソースに、ＢＩＢ研磨機の内部容積内に配置された試料に向かって第１のブロードイオンビームを放出させるステップであって、第１のブロードイオンビームは、それが入射する試料の一部を除去させる、ステップと、第１のＢＩＢソースが試料に向かって第１のブロードイオンビームを放出している間に、ＢＩＢ研磨機から第２のＢＩＢソースを除去するステップであって、第２のＢＩＢソースは、第２のＢＩＢソースが使用されているときに試料に向かって第２のブロードイオンビームを放出するように構成されている、ステップと、を含む、方法。

Ｂ２．第２のＢＩＢソースをＢＩＢ研磨システムに再設置するステップを更に含む、段落Ｂ１に記載の方法。

Ｂ２．１．第１のＢＩＢソースが第１のブロードイオンビームを放出している間に、第２のＢＩＢソースが再設置される、段落Ｂ２に記載の方法。

Ｂ２．１．１．第１のＢＩＢソースが第１のブロードイオンビームを試料に向かって放出している間に、第２のＢＩＢソースが再設置される、段落Ｂ２．１に記載の方法。

Ｂ２．１．２．第１のＢＩＢソースが第１のブロードイオンビームを異なる試料に向かって放出している間に、第２のＢＩＢソースが再設置される、段落Ｂ２．１に記載の方法。

Ｂ３．第２のＢＩＢソースに第２のブロードイオンビームを放出させることを更に含む、段落Ｂ１からＢ２．１のいずれか１つに記載の方法。

Ｂ３．１．第２のブロードイオンビームは、試料に向かって放出される、段落Ｂ３に記載の方法。

Ｂ３．２．第２のブロードイオンビームは、異なる試料に向かって放出される、段落Ｂ３に記載の方法。

Ｂ４．第３のＢＩＢソースをＢＩＢ研磨システム内に設置することを更に含む、段落Ｂ１からＢ３．２のいずれか１つに記載の方法。

Ｂ４．１．第１のＢＩＢソースが第１のブロードイオンビームを放出している間に、第３のＢＩＢソースが設置される、段落Ｂ４に記載の方法。

Ｂ４．１．１．第３のＢＩＢソースは、第１のＢＩＢソースが第１のブロードイオンビームを試料に向かって放出している間に設置される、段落Ｂ４．１に記載の方法。

Ｂ４．１．２．第３のＢＩＢソースは、第１のＢＩＢソースが第１のブロードイオンビームを異なる試料に向かって放出している間に設置される、段落Ｂ４．１に記載の方法。

Ｂ４．２．第３のＢＩＢソースに第３のブロードイオンビームを放出させることと、第３のＢＩＢソースが第３のブロードイオンビームを放出している間に、第１のＢＩＢソースをＢＩＢ研磨機から除去することと、を更に含む、段落Ｂ４からＢ４．１．２のいずれか１つに記載の方法。

Ｂ５．第２のＢＩＢソースに第２のブロードイオンビームをＢＩＢ研磨機の内部容積内に配置された新しい試料に向かって放出させるステップであって、第２のブロードイオンビームは、それが入射する新しい試料の一部を除去させる、ステップと、第２のＢＩＢソースが第２のブロードイオンビームを新しい試料に向かって放出している間に、第１のＢＩＢソースをＢＩＢ研磨機から除去するステップと、を更に含む、段落Ｂ１からＢ４．２のいずれか１つに記載の方法。

Ｂ６．第１のＢＩＢソースをＢＩＢ研磨システムに再設置するステップを更に含む、段落Ｂ４．２からＢ５のいずれか１つに記載の方法。

Ｂ６．１．第２のＢＩＢソースが第２のブロードイオンビームを放出している間に、第１のＢＩＢソースが再設置される、段落Ｂ６に記載の方法。
Ｂ６．１．１．第２のＢＩＢソースが第２のブロードイオンビームを試料に向かって放出している間に、第１のＢＩＢソースが再設置される、段落Ｂ６．１に記載の方法。
Ｂ６．１．２．第２のＢＩＢソースが第２のブロードイオンビームを異なる試料に向かって放出している間に、第１のＢＩＢソースが再設置される、段落Ｂ６．１に記載の方法。
Ｂ７．ＢＩＢ研磨機は、収容部容積、及び収容部容積とＢＩＢ研磨機の内部容積との間の開口部を画定するソース収容部を備える、段落Ｂ１からＢ６．１．２のいずれか１つに記載の方法。
Ｂ７．１．第２のＢＩＢソースは、収容部容積内に配置される、段落Ｂ７に記載の方法。
Ｂ７．２．ＢＩＢ研磨機は、第２のＢＩＢソースから放出されたイオンが開口部を通って収容部容積から内部容積へ通過することを可能にする開放状態と、試料からのイオン又は放出物が内部容積から収容部容積へ通過することを弁が防止する密閉状態との間で切り替わるように構成された弁を更に備える、段落Ｂ７からＢ７．１のいずれか１つに記載の方法。
Ｂ７．２．１．第２のＢＩＢソースをＢＩＢ研磨機から除去する前に、弁を密閉状態に切り替えることを更に含む、段落Ｂ７．２に記載の方法。
Ｃ１．ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）とレーザ試料準備システムとを組み合わせた試料を準備する方法であって、組み合わせた試料準備システムの内部容積内に試料を配置するステップと、組み合わせた試料準備システムのレーザソースコンポーネントに、試料に向かって光学ビームを放出させるステップであって、光学ビームは、光学ビームが入射する試料の第１の部分を除去させる、ステップと、組み合わせた試料準備システムのＢＩＢソースコンポーネントに、試料に向かってブロードイオンビームを放出させるステップであって、ブロードイオンビームは、ブロードイオンビームが入射する試料の第２の部分を除去させて対象領域を露出させる、ステップと、を含む、方法。
Ｃ２．試料は、内部容積から試料を除去することなく、光学ビーム及びブロードイオンビームの各々によって照射される、段落Ｃ１に記載の方法。
Ｃ２．１．試料は、試料を再配置することなく、光学ビーム及びブロードイオンビームの各々によって照射される、段落Ｃ２に記載の方法。
Ｃ２．２．試料は、レーザソースを再配置することなく、光学ビーム及びブロードイオンビームの各々によって照射される、段落Ｃ２からＣ２．１のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ２．３．試料は、ＢＩＢソースを再配置することなく、光学ビーム及びブロードイオンビームの各々によって照射される、段落Ｃ２からＣ２．２のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ３．レーザソースは、試料に光学ビームを第１の期間にわたって照射するように構成され、ＢＩＢソースは、試料に光学ビームを第１の期間にわたって照射するように構成される、段落Ｃ１からＣ２．３のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ３．１．第１の期間及び第２の期間のうちの少なくとも１つは、所定の期間である、段落Ｃ２に記載の方法。
Ｃ３．２．第１の期間及び第２の期間のうちの少なくとも１つは、ユーザ入力を介して提供される、段落Ｃ３からＣ３．１のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ３．３．第１の期間及び第２の期間のうちの少なくとも１つは、試料に関連付けられた試料情報にアクセスすることによって決定される、段落Ｃ３からＣ３．２のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ３．４．第１の期間及び第２の期間のうちの少なくとも１つは、試料の第１の部分の材料に基づいて決定される、段落Ｃ３からＣ３．３のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ３．５．第１の期間及び第２の期間のうちの少なくとも１つは、試料の第１の部分が

除去されたことを示す情報を受信する１つ以上のセンサに基づいて決定される、段落Ｃ３からＣ３．４のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ３．６．第１の期間及び第２の期間のうちの少なくとも１つは、試料の第２の部分が除去されたことを示す情報を受信する１つ以上のセンサに基づいて決定される、段落Ｃ３からＣ３．５のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ３．７．第１の期間及び第２の期間のうちの少なくとも１つは、対象領域が露出されたことを示す情報を受信する１つ以上のセンサに基づいて決定される、段落Ｃ３からＣ３．６のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ３．８．第１の期間及び第２の期間のうちの少なくとも１つは、レーザ強度、レーザを用いて除去される試料の一部、ＢＩＢ強度、ＢＩＢを用いて除去される試料の一部、対象表面、又はこれらの組み合わせのうちの１つ以上に基づいて決定される、段落Ｃ３からＣ３．７のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ４．試料情報を受信するステップを更に含む、段落Ｃ１からＣ３．８のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ４．１．試料情報はユーザ入力を介して受信される、段落Ｃ４に記載の方法。
Ｃ４．２．試料情報は、試料に関連付けられたデータファイルにアクセスすることによって受信される、段落Ｃ４に記載の方法。
Ｃ４．３．試料情報は、試料組成物、対象領域、及び対象表面のうちの１つ以上を含む、段落Ｃ４からＣ４．２のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ４．４．試料情報は、１つ以上の処理スケジュールを含む、段落Ｃ４からＣ４．３のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ４．４．１．試料情報に基づいて１つ以上の処理スケジュールを決定することを更に含む、段落Ｃ４．４に記載の方法。
Ｃ４．４．２．１つ以上の処理スケジュールは、レーザ強度、レーザミリング時間、レーザを用いて除去される試料の一部、ＢＩＢ強度、ＢＩＢミリング時間、ＢＩＢを用いて除去される試料の一部、対象表面、又はこれらの組み合わせのうちの１つ以上を含む、段落Ｃ４．４に記載の方法。
Ｃ５．組み合わされた試料準備システムの内部容積内に追加の試料を配置するステップと、組み合わせた試料準備システムのレーザソースコンポーネントに、追加の試料に向かって追加の光学ビームを放出させるステップであって、追加の光学ビームは、追加の試料の入射した第１の部分を除去させる、ステップと、組み合わせた試料準備システムのＢＩＢソースコンポーネントに、追加の試料に向かって追加のブロードイオンビームを放出させるステップであって、追加のブロードイオンビームは、追加のブロードイオンビームが入射する追加の試料の第２の部分を除去させて追加の対象領域を露出させる、ステップと、を更に含む、段落Ｃ１からＣ４．４．２のいずれか１つに記載の方法。
Ｃ６．光学ビームは、ブロードイオンビームよりも２０倍、３０倍、５０倍、又はそれ以上速く試料材料を除去する、段落Ｃ１からＣ５のいずれか１つに記載の方法。
Ｄ１．改善された研磨スループットを有する組み合わせたブロードイオンビーム（ＢＩＢ）及びレーザ試料準備システムであって、組み合わせた試料準備システムは、内部容積を画定する収容部と、内部容積内に配置された試料ステージであって、試料ステージは、試料ホルダによって保持された試料の研磨中に試料ホルダを保持するように構成されている、試料ステージと、使用時に試料に向かって光学ビームを放出するように構成されたレーザソースであって、光学ビームは、光学ビームが入射する試料の第１の部分を除去させる、レーザソースと、使用時に試料に向かってブロードイオンビームを放出するように構成されたＢＩＢソースであって、ブロードイオンビームは、ブロードイオンビームが入射する試料の第２の部分を除去させて対象領域を露出させる、ＢＩＢソースと、を備える、組み合わせた試料準備システム。
Ｄ２．プロセッサと、プロセッサ上で実行されると、段落Ｃ１からＣ６のいずれか１つに記載の方法の実行をプロセッサに開始させるコンピュータ可読命令を記憶するメモリとを更に備える、段落Ｄ１に記載の組み合わせた試料準備システム。

Ｅ１．ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）研磨のための複数の試料を保管するための保管カセットであって、保管カセットは、内部保管容積を少なくとも部分的に画定する収容部と、内部保管容積内に配置された複数の試料ホルダ収容部であって、各個々の試料ホルダ収容部は、ＢＩＢシステムで研磨するための対応する試料を含む試料ホルダを受け入れるように構成されている、複数の試料ホルダ収容部と、を備え、保存カセットはＢＩＢシステムに挿入されるように構成され、試料ホルダハウジングの各々は、カセットがＢＩＢシステムに挿入されたときに、対応する試料がＢＩＢシステムによって研磨され得るように、その対応する試料ホルダがカセットから除去されることを可能にするように更に構成されている、保管カセット。

Ｆ１．複数の試料を効率的に処理するためのブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムであって、ＢＩＢシステムは、内部容積を画定する収容部と、内部容積内に配置された試料ステージであって、試料ステージは、試料ホルダによって保持された試料の研磨中に試料ホルダを保持するように構成されている、試料ステージと、使用時に試料に向かってブロードイオンビームを放出するように構成されたＢＩＢソースであって、第１のＢＩＢソースは、第１のソース収容部内に配置される、ＢＩＢソースと、段落Ｅ１からＥＸＸのいずれか１つに記載の保管カセットを受け入れて保持するように構成されたカセット収容部と、試料ホルダマニピュレータであって、保管カセットから個々の試料ホルダを除去し、対応する試料が処理され得るように、個々の試料ホルダを試料ステージ上に装填し、対応する試料が処理された後に、個々の試料ホルダを試料ステージから除去し、個々の試料ホルダを保管カセットに戻すように装填する、ように構成された試料ホルダマニピュレータと、を備える、ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システム。

Ｆ２．プロセッサと、プロセッサ上で実行されると、段落Ｇ１からＧ６．４．２のいずれか１つに記載の方法の実行をプロセッサに開始させるコンピュータ可読命令を記憶するメモリとを更に備える、段落Ｆ１に記載のＢＩＢシステム。

Ｇ１．ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムを用いて複数の試料を効率的に処理するための方法であって、方法は、試料を含む個々の試料ホルダを保管カセットから除去するステップと、個々の試料ホルダによって保持された対応する試料の研磨中に、個々の試料ホルダを試料ホルダを保持するように構成された試料ステージ上に装填するステップと、ＢＩＢソースに、試料に向かってブロードイオンビームを放出させるステップであって、ブロードイオンビームは、入射した試料の少なくとも一部を除去する、ステップと、対応する試料が処理された後に、個々の試料ホルダを試料ステージから除去するステップと、個々の試料ホルダを保管カセットに戻すように装填するステップと、を含む、方法。

Ｇ１．１．ＢＩＢシステムで処理するために、段落Ｅ１に記載の保管カセットを受け取るステップを更に含む、段落Ｇ１に記載の方法。

Ｇ２．保管カセットは、各々が対応する試料を含む複数の試料ホルダを保管する、段落Ｇ１からＧ１．１のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ２．１．別の試料を収容する別の個々の試料ホルダを保管カセットから除去するステップと、別の個々の試料ホルダを試料ステージ上に装填するステップと、ＢＩＢソースに、試料に向かって別のブロードイオンビームを放出させるステップであって、別のブロードイオンビームは、それが入射する別の試料の少なくとも一部を除去する、ステップと、対応する別の試料が処理された後に、別の個々の試料ホルダを試料ステージから除去するステップと、別の個々の試料ホルダを保管カセットに戻すように装填するステップと、を更に含む、段落Ｇ２に記載の方法。

Ｇ２．２．保管カセットに保管された１つ以上の追加の試料ホルダに対して、段落Ｇ２．１に記載の方法ステップを繰り返すことを更に含む、段落Ｇ２からＧ２．１のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ３．保管カセット内に保管された試料ホルダ内の試料は、事前に位置合わせされる、段落Ｇ２からＧ２．２のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ３．１．試料が、段落Ｈ１からＨ９のいずれか１つに記載の方法を使用してそれぞれの試料ホルダ内で事前に位置合わせされる、段落Ｇ２に記載の方法。

Ｇ４．段落Ｇ１からＧ３．１のいずれか１つに記載のステップは、ＢＩＢシステムによって少なくとも部分的に自動的に実行される、段落Ｇ１からＧ３．１のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ４．１．段落Ｇ１からＧ３．１のいずれか１つに記載のステップは、ユーザ入力なしで実行される、段落Ｇ３．１に記載の方法。

Ｇ５．ＢＩＢソースは、試料にブロードイオンビームを一定期間照射するように構成されている、段落Ｇ１からＣ４．１のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ５．１．期間は所定の期間である、段落Ｇ５に記載の方法。

Ｇ５．２．期間は、ユーザ入力を介して提供される、段落Ｇ５からＧ５．１のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ５．３．期間は、試料に関連付けられた試料情報にアクセスすることによって決定される、段落Ｇ５からＧ５．２のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ５．４．期間は、試料の一部の材料に基づいて決定される、段落Ｇ５からＧ５．３のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ５．５．期間は、試料の一部が除去されたことを示す情報を受信する１つ以上のセンサに基づいて決定される、段落Ｇ５からＣ３．４のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ５．７．期間は、対象領域が露出されたことを示す情報を受信する１つ以上のセンサに基づいて決定される、段落Ｇ５からＣ３．６のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ５．８．期間は、ＢＩＢ強度、ＢＩＢを用いて除去される試料の一部、対象表面、又はこれらの組み合わせのうちの１つ以上に基づいて決定される、段落Ｇ５からＣ３．７のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ６．試料情報を受信するステップを更に含む、段落Ｇ１からＧ５．８のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ６．１．試料情報はユーザ入力を介して受信される、段落Ｇ６に記載の方法。

Ｇ６．２．試料情報は、対応する試料に関連付けられたデータファイルにアクセスすることによって受信される、段落Ｇ６に記載の方法。

Ｇ６．２．１．データファイルは、保管カセットのメモリコンポーネントに保管される、段落Ｇ６．２に記載の方法。

Ｇ６．３．試料情報は、試料組成物、対象領域、及び対象表面のうちの１つ以上を含む、段落Ｇ６からＧ６．２のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ６．４．試料情報は、１つ以上の処理スケジュールを含む、段落Ｇ６からＧ６．３のいずれか１つに記載の方法。

Ｇ６．４．１．試料情報に基づいて１つ以上の処理スケジュールを決定することを更に含む、段落Ｇ６．４に記載の方法。

Ｇ６．４．２．１つ以上の処理スケジュールは、ＢＩＢ強度、ＢＩＢミリング時間、ＢＩＢを用いて除去される試料の一部、対象表面、又はこれらの組み合わせのうちの１つ以上を含む、段落Ｇ６．４に記載の方法。

Ｈ１．ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムを用いて複数の試料をより効率的に処理するために試料を事前に位置合わせさせる方法であって、方法は、試料ホルダの調整可能な部分に試料を固定するステップと、第１のマスク縁部を有する第１のマスクと試料ホルダを入れ子にするステップであって、第１のマスクは、ブロードイオンビーム（ＢＩＢ）システムの外側に配置される、入れ子にするステップと第１のマスク縁部に対して所望の幾何学的関係を有するように試料を位置合わせするステップと、試料ホルダを、第２のマスク縁部を有する第２のマスクと入れ子にするステップであって、第２のマスクは、ＢＩＢシステム内に配置され、第１のマスクと第２のマスクは幾何学的に類似しており、その結果、試料ホルダが第１のマスクと入れ子にされたときの第１のマスク縁部と試料との間の幾何学的関係が、試料ホルダが第２のマスクと入れ子にされたときの第２のマスク縁部と試料との間の幾何学的関係と同じである、ステップと、

を含む、方法。

Ｈ２．試料ホルダが第２のマスクと入れ子にされるとき、試料は、ＢＩＢシステム内で

試料のいかなる位置合わせもなしに、第２の縁部との所望の幾何学的関係を有する、段落Ｈ１に記載の方法。

Ｈ３．第２のマスクの一部及び試料の一部にブロードイオンビームを照射して、試料の一部を除去するステップを更に含む、段落Ｈ１又はＨ２に記載の方法。

Ｈ３．１．第２のマスクは、ブロードイオンビームによって劣化しない硬質材料で作られている、段落Ｈ３．１に記載の方法。

Ｈ３．２．第２のマスクは、試料の対象部分が試料から除去されないように、ブロードイオンビームの一部を遮断する、段落Ｈ３からＨ３．１のいずれか１つに記載の方法。

Ｈ４．位置合わせすることは、試料が第１のマスク縁部に対して所望の幾何学的関係を有するように配置されるように、試料ホルダの調整可能な部分を調整することに対応する、段落Ｈ１からＨ３．２のいずれか１つに記載の方法。

Ｈ５．第１のマスク及び第２のマスクは幾何学的に同一である、段落Ｈ１からＨ４のいずれか１つに記載の方法。

Ｈ６．試料は、試料に固定され、閉鎖環境内で位置合わせされる、段落Ｈ１からＨ５のいずれか１つに記載の方法。

Ｈ６．１．閉鎖環境は不活性ガス雰囲気を有する、段落Ｈ６に記載の方法。

Ｈ６．２．閉鎖環境は減圧を有する、段落Ｈ６からＨ６．１のいずれか１つに記載の方法。

Ｈ６．３．閉鎖環境は、真空圧力レベルを有する、段落Ｈ６からＨ６．２のいずれか１つに記載の方法。

Ｈ７．試料ホルダ及び位置合わせされた試料を準備ステーションからＢＩＢシステムに移送するステップを更に含む、段落Ｈ１からＨ６．３のいずれか１つに記載の方法。

Ｈ７．１．ＢＩＢシステムは、Ａ１からＡ８、Ｄ１からＤ２、及び／又はＦ１からＦ２のいずれか１つに記載のＢＩＢシステムである、段落Ｈ７に記載の方法。

Ｈ７．２．準備ステーションは、段落Ｈ６からＨ６．３に記載の閉鎖環境である、段落Ｈ７からＨ７．１のいずれか１つに記載の方法。

Ｈ７．３．試料を移送するステップは、試料準備領域及びＢＩＢシステムの両方とインタフェースで接続するように構成された移送デバイスに試料を装填するステップを含む、段落Ｈ７からＨ７．２のいずれか１つに記載の方法。

Ｈ７．３．１．移送デバイスは、試料ホルダが環境から密閉されるように試料ホルダを保持するための密閉区画である、段落Ｈ７．３に記載の方法。

Ｈ７．３．１．１．密閉区画が不活性ガスを有する、段落Ｈ７．３．１に記載の方法。

Ｈ７．３．２．移送デバイスは、段落Ｅ１に記載の保管カセットである、段落Ｈ７．３からＨ７．３．１．１のいずれか１つに記載の方法。

Ｈ８．対応する試料ホルダ上の複数の試料に対して方法を繰り返すステップを更に含む、段落Ｈ１からＨ７．３．２のいずれか１つに記載の方法。

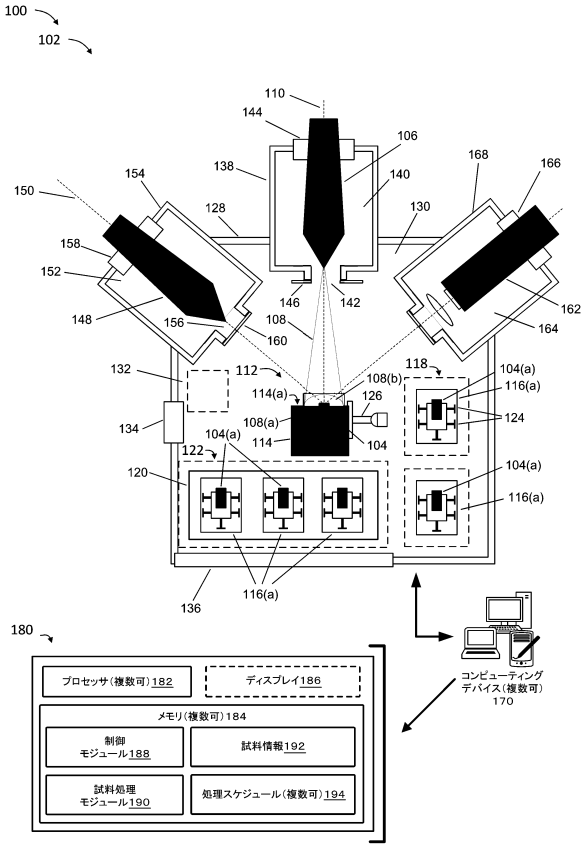
Ｈ９．段落Ｃ１からＣ６及び／又はＧ１からＧ６．４．２のいずれか１つに記載の方法を用いて試料を処理することを更に含む、段落Ｈ１からＨ８のいずれか１つに記載の方法。

Ｉ１．段落Ｃ１からＣ６、Ｇ１からＧ６．４．２、及び／又はＨ１からＨ９のいずれか１つに記載の方法を実行するための、段落Ａ１からＡ８、Ｄ１からＤ２、Ｅ１、及び／又はＦ１からＦ２のいずれか１つに記載のシステムの使用。

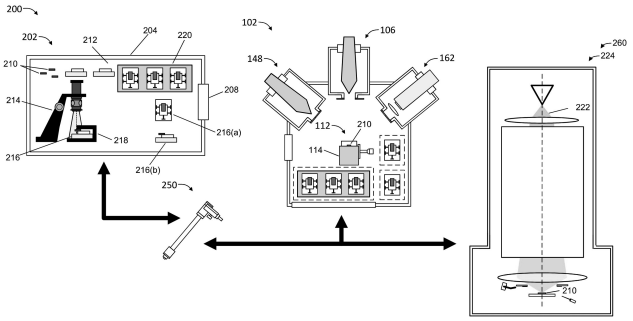
Ｊ１．プロセッサ上で実行されると、プロセッサに、段落Ｃ１からＣ６、Ｇ１からＧ６．４．２、及び／又はＨ１からＨ９のいずれか１つに記載の方法の実行を開始させる命令を記憶する非一時的コンピュータ可読媒体。

【図面】

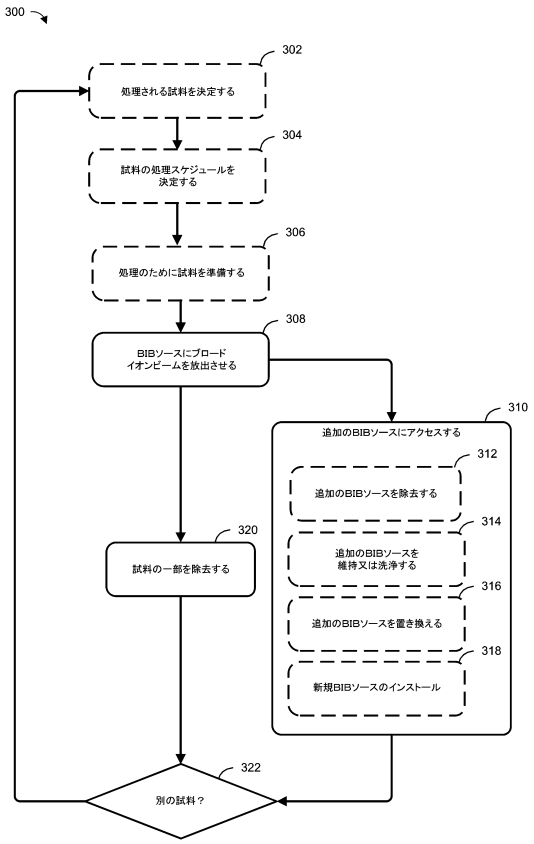
【図１】


100
102
110
144
106
138
140
168
166
154
150
128
130
158
152
146
142
162
148
156
160
108
164
132
112
118
108(b)
104(a)
114(a)
116(a)
126
124
134
108(a)
104(a)
114
104
122
104(a)
120
116(a)
116(a)
136
180
プロセッサ（複数可）182
ディスプレイ186
メモリ（複数可）184
制御モジュール188
試料情報192
試料処理モジュール190
処理スケジュール（複数可）194
コンピューティングデバイス（複数可）170

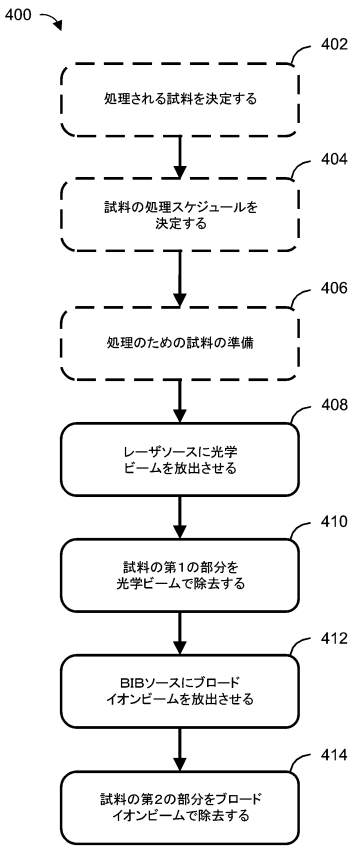
【図２】


200
202
212
204
220
210
214
208
216(a)
218
216
216(b)
250
102
106
148
162
112
210
114
260
224
222
210

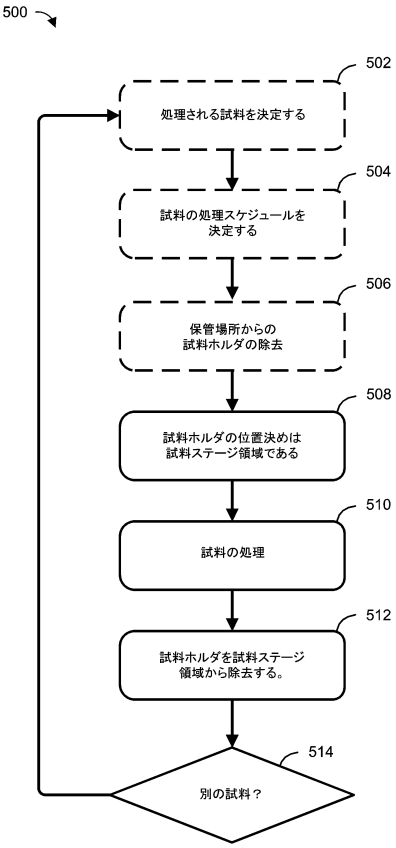
【図３】


300
302
処理される試料を決定する
304
試料の処理スケジュールを決定する
306
処理のために試料を準備する
308
BIBソースにブロードイオンビームを放出させる
310
追加のBIBソースにアクセスする
312
追加のBIBソースを除去する
314
追加のBIBソースを維持又は洗浄する
316
追加のBIBソースを置き換える
318
新規BIBソースのインストール
320
試料の一部を除去する
322
別の試料？

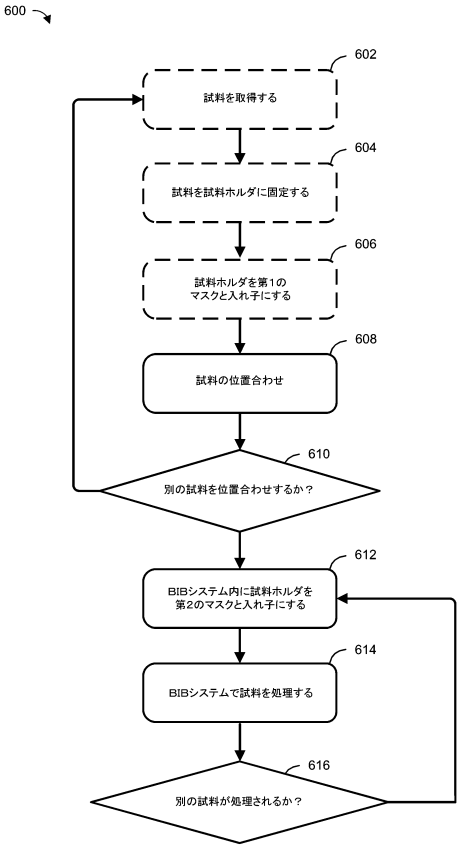
【図４】


400
402
処理される試料を決定する
404
試料の処理スケジュールを決定する
406
処理のための試料の準備
408
レーザソースに光学ビームを放出させる
410
試料の第１の部分を光学ビームで除去する
412
BIBソースにブロードイオンビームを放出させる
414
試料の第2の部分をブロードイオンビームで除去する

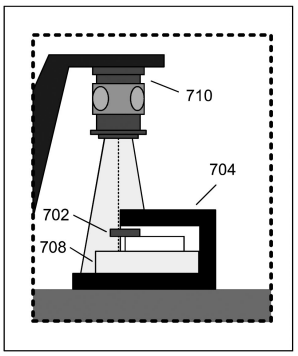
【図５】



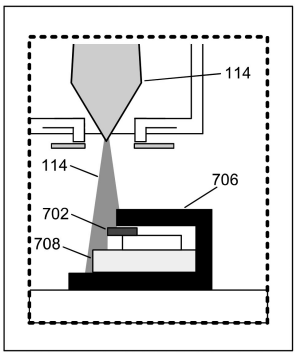
【図６】



【図７Ａ】



【図７Ｂ】



【外国語明細書】

2023171342000010.pdf

フロントページの続き

ト・ドーソン・クリーク・ドライヴ ５３５０ エフイーアイカンパニー内
(72)発明者 リボル ノヴァク
アメリカ合衆国 ９７１２４－５７９３ オレゴン州，ヒルズボロ ノースイースト・ドーソン・クリーク・ドライヴ ５３５０ エフイーアイカンパニー内
(72)発明者 トマス ヴィスタヴェール
アメリカ合衆国 ９７１２４－５７９３ オレゴン州，ヒルズボロ ノースイースト・ドーソン・クリーク・ドライヴ ５３５０ エフイーアイカンパニー内
(72)発明者 クリシュナ カンス ネーリゼッティ
アメリカ合衆国 ９７１２４－５７９３ オレゴン州，ヒルズボロ ノースイースト・ドーソン・クリーク・ドライヴ ５３５０ エフイーアイカンパニー内
(72)発明者 ヤン ネウジール
アメリカ合衆国 ９７１２４－５７９３ オレゴン州，ヒルズボロ ノースイースト・ドーソン・クリーク・ドライヴ ５３５０ エフイーアイカンパニー内
(72)発明者 オンドレイユ クルヴァチェ
アメリカ合衆国 ９７１２４－５７９３ オレゴン州，ヒルズボロ ノースイースト・ドーソン・クリーク・ドライヴ ５３５０ エフイーアイカンパニー内

Ｆターム（参考） 2G052 AD32 EC18 HC32 JA07
5C101 AA34 BB01 BB03 CC04 CC14 DD33 EE73 FF22 FF34 FF45
FF56 FF58 FF59 JJ08 KK01 KK04 KK05 KK18 KK19 LL06